



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Título del trabajo:

“Disminución de los gastos generales en una empresa
fabricante de muebles en Zaragoza”

English tittle:

“Decrease in overheads in a furniture manufacturing
company in Zaragoza”

Autor/es

Fernando Javier García Martín

Director/es

José María Agudo Valiente

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Año 2018

AGRADECIMIENTOS.

Me gustaría dedicar este proyecto a todas las personas que me han apoyado en los momentos más difíciles de la carrera, en especial a mi familia, sin su apoyo esto no sería posible.

Gracias también a los compañeros de la universidad, sin su ayuda y apoyo no hubiera sido posible acabar esta meta.

También me gustaría acordarme de todas aquellas personas que en algún momento tuvieron un papel fundamental durante el transcurso de la carrera, aportando luz en los momentos más oscuros, pero que por desgracia no pueden disfrutar del resultado final.

Dar gracias a José María, por su paciencia y comprensión durante el desarrollo de este proyecto.

También a Ismael Sánchez, por permitirme realizar el proyecto en sus instalaciones.

Por último, me gustaría dedicar también este proyecto a la pequeña Vega, la cuál ha sido la demostración de que los milagros, si se cree y trabaja duro, son posibles.

RESUMEN

Este Trabajo Fin de Grado (TFG) se desarrolla dentro del departamento de Dirección y Organización de empresas de la Universidad de Zaragoza, con el objetivo de promover la eficiencia energética.

El proyecto se ha podido llevar a cabo gracias a la colaboración entre el Ayuntamiento de Zaragoza, a través de Agenda Local 21, la confederación de Empresarios de Zaragoza (CEOE) y universidad de Zaragoza.

En este marco se desarrolla auditoría energética, tal y como marca la norma UNE 216501:2009, a todas las organizaciones, centros, empresas, que deseen participar. El objetivo de estas auditorías consiste en la determinación de los principales focos de consumo de las instalaciones, iluminación, maquinaria, y calefacción entre otros.

Una vez determinados estos puntos de consumo se proponen soluciones que reduzcan las emisiones de, reduzcan el consumo energético y que mejoren la eficiencia de la instalación.

Este trabajo se desarrolló en las instalaciones de “Ismael Sánchez Ebanista S.L.” donde se efectuó la auditoría energética y en dos institutos de Zaragoza, Luis Buñuel y Miguel de Molinos, en estas visitas, se realizaron presentaciones dedicadas a alumnos de 2º y 3º de la ESO dedicadas a presentar los tipos de energías renovables, su generación y su peso dentro de la red energética actual con el objetivo de concienciar a través de ellos a sus padres de la importancia de implementar hábitos de vida más respetuosos con el medio ambiente.

Para la realización de la auditoría energética en las instalaciones de “Ismael Sánchez Ebanista S.L.” se procedió a la toma de datos de campo sobre los equipos instalados, maquinaria e iluminación entre otros. Con esta información se procedió a la realización de varias simulaciones con diversos programas, DIALux, CHEQ 4, etc.

Con los resultados obtenidos de estas simulaciones se determinaron tres propuestas favorables para la reducción del consumo de energía, de emisiones de CO_2 y aumento de la eficiencia de la instalación.

Estas propuestas consistían en, el cambio de luminarias por luminarias led (ahorro de 16763 € entre el uso y mantenimiento de las luminarias, una reducción de la potencia instalada del 18% al 5% y una reducción de 6707.05 KG de CO_2 al año), la instalación de placas solares para uso de ACS (ahorro de 156.47€ al año y una disminución de emisiones de CO_2 en 483 KG al año) y por último la Instalación de placas solares híbridas para uso de calefacción y electricidad, (ahorro de 6475 € al año, una reducción de 54194 KW anual y una reducción de emisiones de 16290 KG de CO_2 al año)

Se analizaron los resultados de estas tres opciones, junto a la inversión inicial, tasa de retorno, etc.

Estos datos se presentaron al dueño de la empresa, para su estudio y posible implementación en su nave.



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

DECLARACIÓN DE
AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe acompañar al Trabajo Fin de Grado (TFG)/Trabajo Fin de Máster (TFM) cuando sea depositado para su evaluación).

D./D^a. FERNANDO JAVIER GARCÍA MARTÍN

con nº de DNI 73016654-A en aplicación de lo dispuesto en el art.
14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo
de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la
Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)
GRADO, (Título del Trabajo)

DISMINUCIÓN DE LOS GASTOS GENERALES EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE
MUEBLES DE ZARAGOZA.

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada
debidamente.

Zaragoza, 22 DE NOVIEMBRE DEL 2018

Fdo: _____

ÍNDICE

1. OBJETO DEL PROYECTO	1
2. ALCANCE DEL PROYECTO.....	3
3. AUDITORÍA ENERGÉTICA.....	4
3.1 INTRODUCCIÓN	4
3.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	5
3.3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS.....	7
4. REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA	10
4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	10
4.2 TOMA DE DATOS DE INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES.	11
4.2.2 ILUMINACIÓN.....	13
4.2.3 LISTADO ALUMBRADO BÁSICO.....	14
4.2.4 LISTADO MÁQUINAS PORTÁTILES.	14
4.2.5 LISTADO MÁQUINAS FIJAS.....	15
4.3 POTENCIA INSTALADA.....	16
4.4 ILUMINACIÓN.....	16
4.5 RESULTADO DE LA SIMULACIÓN Y ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS.....	19
4.5.1 ALMACÉN 1.	19
4.5.2 ALMACÉN 2.	20
4.5.3 SALA DE ACABADOS	21
4.5.4 SALA DE TRABAJO.....	22
4.5.5 OFICINAS	23
4.5.6 DESPACHO DEL GERENTE.....	24
4.6 CONCLUSIONES DEL APARTADO DE ILUMINACIÓN	26
4.7 REDUCCIÓN DE EMISIONES EJECUTANDO EL CAPITULO DE ILUMINACIÓN	27
4.8 CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA.....	30
4.8.1 MÉTODO DE CÁLCULO: CHEQ4	30
4.8.2 OBJETIVOS MARCADOS.....	30
4.8.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.	30
4.8.3.1 CAPTADOR SOLAR	32
4.8.3.2 INTERACUMULADOR	32
4.8.3.3 AEROTERMO	33
4.8.3.4 GRUPO HIDRÁULICO DE CIRCULACIÓN.....	34

4.8.4 VALIDACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	34
4.8.5 COSTE DE LA INSTALACIÓN	38
4.8.6 AMORTIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES.	38
4.9 MAQUINARIA.....	39
4.10 PANELES SOLARES HÍBRIDOS.....	39
4.10.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES HÍBRIDOS ECOMESH.	40
4.10.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.	40
4.10.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.	41
4.10.3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR.....	41
4.10.3.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA	41
4.10.3.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	41
4.11 RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN	41
5 PROYECTO FIESTA	45
5.1 INTRODUCCIÓN	45
5.2 COLABORACIONES REALIZADAS	45
5.3 RESULTADOS DEL PROYECTO FIESTA	47
6 CONCLUSIONES DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.....	48
6.1 CONCLUSIONES	48
6.1.1 CONCLUSIONES ILUMINACIÓN.....	49
6.1.2 CONCLUSIONES INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA ACS.....	50
7 BIBLIOGRAFÍA.....	53

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 LOGO DE LA EMPRESA ISMAEL SÁNCHEZ EBANISTA	1
ILUSTRACIÓN 2 LOGO DEL PROYECTO FIESTA	2
ILUSTRACIÓN 3 FACTORES QUE DETERMINAR EL DESEMPEÑO ENERGÉTICO DE UNA INSTALACIÓN.....	4
ILUSTRACIÓN 4 DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO.....	6
ILUSTRACIÓN 5 DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO.....	6
ILUSTRACIÓN 6 LUXÓMETRO.	7
ILUSTRACIÓN 7 ANALIZADOR DE REDES.	7
ILUSTRACIÓN 8 DIALUX.	8
ILUSTRACIÓN 9 AUTOCAD.....	8
ILUSTRACIÓN 10 CHEQ 4.....	9
ILUSTRACIÓN 11 TABLA WWF.....	9

ILUSTRACIÓN 12 UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	10
ILUSTRACIÓN 13 VISTA EXTERIOR DE LA NAVE.	10
ILUSTRACIÓN 14 LUMINARIA ESCOGIDA PARA EL ALMACÉN 1 Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	19
ILUSTRACIÓN 15 ILUMINACIÓN DEL ALMACÉN 1 CON LA NUEVA LUMINARIA. .	20
ILUSTRACIÓN 16 ILUMINACIÓN DEL ALMACÉN 2 CON LA NUEVA LUMINARIA. .	21
ILUSTRACIÓN 17 ILUMINACIÓN DE LA SALA DE ACABADOS CON LA NUEVA LUMINARIA.	22
ILUSTRACIÓN 18 ILUMINACIÓN DE LA SALA DE TRABAJO CON LA NUEVA LUMINARIA.	23
ILUSTRACIÓN 19 LUMINARIA ESCOGIDA PARA LA OFICINA Y SUS CARACTERÍSTICAS.....	23
ILUSTRACIÓN 20 ILUMINACIÓN DE LAS OFICINAS CON LA NUEVA LUMINARIA.	24
ILUSTRACIÓN 21 LUMINARIA ESCOGIDA PARA EL DESPACHO DEL GERENTE Y SUS CARACTERÍSTICAS.	25
ILUSTRACIÓN 22 ILUMINACIÓN DEL DESPACHO DEL GERENTE CON LA NUEVA LUMINARIA.	25
ILUSTRACIÓN 23 CIRCUITO PRIMARIO DE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA ACS. ELABORACIÓN PROPIA.....	31
ILUSTRACIÓN 24 CIRCUITO SECUNDARIO DE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA ACS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	31
ILUSTRACIÓN 25 MODELO FERROLI DE LA FAMILIA ECOTOP VF. FUENTE: CATÁLOGO FERROLI.....	32
ILUSTRACIÓN 26 ACUMULADOR FERROLI FAMILIA INOXUNIT. FUENTE: CATÁLOGO FERROLI.....	33
ILUSTRACIÓN 27 AEROTERMO MARCA FERROLI. FUENTE: CATÁLOGO FERROLI.	33
ILUSTRACIÓN 28 GRUPO HIDRÁULICO MARCA FERROLI. FUENTE: CATÁLOGO FERROLI	34
ILUSTRACIÓN 29 REVISIÓN DE SEGUIMIENTO DE NORMATIVA. FUENTE: CHEQ 4	35
ILUSTRACIÓN 30 RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES DISEÑADA. FUENTE: CHEQ 4	35
ILUSTRACIÓN 31 HOJA 1 DEL INFORME FAVORABLE DE LA INSTALACIÓN. FUENTE: CHEQ 4.....	36
ILUSTRACIÓN 32 HOJA 2 DEL INFORME FAVORABLE DE LA INSTALACIÓN. FUENTE: CHEQ 4.....	37
ILUSTRACIÓN 33 PANEL HÍBRIDO ECOMESH. FUENTE: WWW.ENDEF.COM	40
ILUSTRACIÓN 34 RADIACIÓN SOLAR Y PRODUCCIÓN GENERADA. FUENTE:ENDEF	43
ILUSTRACIÓN 35 PRODUCCIÓN TÉRMICA Y FOTOVOLTAICA. FUENTE:ENDEF	44

ILUSTRACIÓN 36 LOGO DEL PROYECTO FIESTA. FUENTE: PROYECTO FIESTA	45
ILUSTRACIÓN 37 EJEMPLO DEL DESARROLLO DE LA CHARLA A LOS ALUMNOS DE 2º Y 3º DE LA ESO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	46
ILUSTRACIÓN 38 USO DE LOS ALUMNOS DE LA CÁMARA TÉRMICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	46
ILUSTRACIÓN 39 DESARROLLO DE LA COMPARACIÓN DE ILUMINACIÓN SEGÚN EL TIPO DE BOMBILLA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	47
ILUSTRACIÓN 40 COMPARACIÓN DE CONSUMOS DE POTENCIA DE LA INSTALACIÓN CON Y SIN LEDS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	50
ILUSTRACIÓN 41 RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES DISEÑADA. FUENTE: CHEQ 4	51

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1 RESUMEN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA.	11
TABLA 2 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA BAJA DE LA NAVE.....	12
TABLA 3 DISTRIBUCIÓN DE LA PRIMERA PLANTA DE LA NAVE.....	13
TABLA 4 LISTADO ALUMBRADO BÁSICO.....	14
TABLA 5 LISTADO MÁQUINAS PORTÁTILES..	14
TABLA 6 LISTADO MÁQUINAS FIJAS..	15
TABLA 7 POTENCIA TOTAL DE LAS MÁQUINAS FIJAS Y MÓVILES..	15
TABLA 8 NORMATIVA DE ILUMINACIÓN EN OFICINAS.	18
TABLA 9 NORMATIVA DE ILUMINACIÓN EN ÁREAS COMUNES.	18
TABLA 10 NORMATIVA DE ILUMINACIÓN EN ÁREAS COMUNES.....	18
TABLA 11 NORMATIVA DE ILUMINACIÓN EN VESTUARIOS Y BAÑOS.	18
TABLA 12 NORMATIVA DE ILUMINACIÓN EN ALMACENES.....	18
TABLA 13 CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN EL ALMACÉN 1.	19
TABLA 14 CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN EL ALMACÉN 2.	20
TABLA 15 CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN LA SALA DE ACABADOS.....	21
TABLA 16 CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN LA SALA DE TRABAJO.	22
TABLA 17 CONCLUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN EN LAS OFICINAS.....	24
TABLA 18 RESULTADO DE LA PROPUESTA DE RENOVAR LA ILUMINACIÓN A TECNOLOGÍA LED.....	27

TABLA 19 EMISIONES PRODUCIDAS CON EL CONSUMO ENERGÉTICO ACTUAL.	29
TABLA 20 EMISIONES PRODUCIDAS CON EL CONSUMO ENERGÉTICO RESULTANTE DEL CAMBIO PROPUESTO DE LUMINARIAS.	29
TABLA 21 DESGLOSE DEL PRESUPUESTO DE LA INSTALACIÓN SOLAR PARA ACS.	38
TABLA 22 KG DE CO2 EQUIVALENTES ACTUALES DEBIDO AL USO DE ACS.	38
TABLA 23 KG DE CO2 EQUIVALENTES TRAS LA INSTALACIÓN DE LAS PLACAS PARA ACS.	38
TABLA 24 RESULTADOS OBTENIDOS DE LA SIMULACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE LAS PLACAS SOLARES.	39
TABLA 25 CARACTERÍSTICAS PANELES ECOMESH.	40
TABLA 26 AHORRO GENERADO POR LOS PANELES HÍBRIDOS.	42
TABLA 27 PRESUPUESTO POR PARTIDAS DE LA INSTALACIÓN DE PANELES HÍBRIDOS.	42
TABLA 28 AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES HÍBRIDOS.	42
TABLA 29 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA ACS.	48
TABLA 30 VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL CAMBIO DE LUMINARIAS.	48
TABLA 31 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES HÍBRIDAS.	49
TABLA 32 RESUMEN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.	49
TABLA 33 AHORRO GENERADO POR LAS PLACAS SOLARES HÍBRIDAS.	51

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 COMPARATIVA DE COSTES Y CONSUMOS.	12
GRÁFICO 2 CONSUMO ENERGÉTICO DE LA INSTALACIÓN.	16
GRÁFICO 3 ESTADO ACTUAL DE LA ILUMINACIÓN.	17
GRÁFICO 4 ESTADO DE LA ILUMINACIÓN MEDIANTE EL USO DE LEDS.	26

1. OBJETO DEL PROYECTO

El propósito del proyecto consiste en la realización de un estudio técnico-económico que estudie la reducción de los costes energéticos y de las emisiones que se producen debido a este consumo manteniendo o incluso llegando a mejorar la eficiencia de las instalaciones.

Para la realización de este objetivo se realizará una auditoría energética a las instalaciones de “Ismael Sánchez S.L. Ebanista” con el objetivo de determinar las principales fuentes de consumo de su empresa, analizar las emisiones de CO₂ ligadas a este consumo y realizar una serie de propuestas que reduzcan su consumo energético, sus emisiones y mejore la eficiencia de su instalación.

De forma adicional, en el estudio previsto realizar también se revisará el cumplimiento de la normativa aplicable.



Ilustración 1 Logo de la empresa Ismael Sánchez Ebanista

Tal y como se recogía en el principio de este capítulo, el presente proyecto se ha desarrollado en las instalaciones de Ismael Sánchez dueño de la empresa “Ismael Sánchez S.L Ebanista”. La actividad principal de dicha empresa se basa en la carpintería de madera. Su actividad se puede resumir en los siguientes pasos:

- Recepción y almacenamiento de las materias primas necesarias y sus correspondientes accesorios (madera, prensado, cola, herrajes, tornillería y accesorios de montaje y acabado).
- Diseño (para su posterior fabricación individual o masiva).
- Preparación de los diversos componentes indicados en el diseño, mediante el uso de la maquinaria adecuada.
- Montaje de los diversos elementos y acabado.
- Almacenaje, expedición y venta al público

El cliente desea optimizar sus gastos de explotación con el fin de aumentar su competitividad en un mercado que presenta una fuerte competencia. Las áreas de mejora en las que quiere buscar una solución son:

1. El alto consumo energético originado por la actividad empresarial llevada a cabo en sus instalaciones.
2. Búsqueda de alternativas en el sistema de calefacción de la nave, debido a que el sistema de calefacción actual se encuentra obsoleto, resulta inviable mantener encendido el sistema de calefacción debido a la gran cantidad de ineficiencias y las consiguientes pérdidas económicas que esto supone.
3. Reducción de las emisiones de CO₂ originadas en su empresa

Se ha incluido en el objeto de este proyecto la colaboración en el proyecto europeo FIESTA. el consorcio FIESTA está formado por 19 socios de 5 países del Sur de Europa (España, Italia, Croacia, Bulgaria y Chipre), todos comprometidos a ayudar a las familias a reducir el consumo energético de su hogar.

Este proyecto europeo nació con el objetivo de demostrar a las familias la importancia de reducir su consumo energético, y las emisiones producidas por dicho consumo, fomentando la implementación de nuevos hábitos energéticamente más eficientes.



Ilustración 2 Logo del Proyecto FIESTA

2. ALCANCE DEL PROYECTO

Se ha desarrollado una auditoría energética, en la que se han encontrado diversas discrepancias con la normativa actual sobre la iluminación en los puestos de trabajo.

Tras la realización de esta auditoría, se tomó nota de todos los elementos de la nave que tienen un consumo energético importante y se procedió a la realización de propuestas que permitan optimizar la eficiencia de estos equipos.

Con esta información se han elaborado tres propuestas favorables que consiguen mejorar la eficiencia de las instalaciones de “Ismael Sánchez Ebanista S.L.” a la par que disminuyen sus emisiones de CO₂.

Las propuestas realizadas abarcan tres vías de actuación:

- Sustitución de las luminarias actuales de la instalación por luminarias led.
- Instalación de placas solares para ACS.
- Instalación de placas solares híbridas para calefacción y electricidad.

Para cada una de estas propuestas se han realizado varias simulaciones con el software correspondiente, (DIALux EVO, CHEQ 4, etc.) buscando la solución óptima para cada uno de los casos.

Una vez determinada esta solución se han cuantificado las ventajas aportadas, desde la reducción a la potencia instalada, reducción de la energía consumida de la red, disminución de las emisiones de CO₂ y la tasa de retorno de cada una de las propuestas.

Con estos datos, se ha desarrollado un informe con el análisis de todas estas características de cada una de las opciones y se ha escogido la mejor solución de las presentadas, con esta información, el dueño de la empresa Ismael Sánchez, podrá tomar una decisión respecto que propuesta realizar.

Además del ámbito empresarial de este estudio, se han desarrollado charlas en dos institutos a alumnos de 2º y 3º de la ESO, así como la participación en la feria navideña situada en la plaza Aragón durante el mes de diciembre del año 2017.

Esta iniciativa nació mediante una colaboración con Agenda 21 y el proyecto europeo Fiesta con el objetivo de no limitar la reducción de costes y mejoras medioambientales únicamente al ámbito empresarial y llevarlo también al ámbito doméstico.

3. AUDITORÍA ENERGÉTICA

3.1 INTRODUCCIÓN

Una auditoría energética es una herramienta que permite conocer el flujo energético de una empresa o de cualquier otra entidad que tenga un consumo energético. Con la información proporcionada mediante el desarrollo de la auditoría, se busca reducir la cantidad de energía consumida del sistema sin afectar negativamente al resultado final.

Una auditoría energética debe desarrollarse bajo los siguientes conceptos:

- Toma de mediciones y/o datos sobre el consumo de energía y el uso que se le da a dicha energía consumida, así como la identificación de las fuentes de energía actuales.
- Identificación de todas las áreas que realicen un consumo significativo de energía, como pueda ser el caso de maquinaria, sistemas de iluminación, proceso industrial, en general cualquier acción que conlleve un consumo significativo de energía.
- Determinación del desempeño energético actual de las instalaciones, equipos o procesos actuales relacionados con el consumo de energía
- Identificación y priorización de las oportunidades para mejorar el desempeño energético de la instalación.



Ilustración 3 Factores que determinar el desempeño energético de una instalación. Fuente: Norma UNE-EN ISO 50001:2011

El procedimiento que seguir para la correcta realización de una auditoría energética viene marcado por la Norma UNE 216501:2009. El contenido de esta norma se puede encontrar en el **Anexo III**

3.2 METODOLOGÍA DE TRABAJO.

Para la realización de la auditoría se han realizado las siguientes acciones:

1. Generación de un canal de comunicación permanente con la empresa “Ismael Sánchez Ebanista S.L.” a través de su propietario, Ismael Sánchez y su gerente José Luis. A través de estos dos contactos se coordinaban las visitas a la instalación además de proporcionar todos los datos necesarios para la realización de este proyecto.
2. Recopilación y estructuración de todos los datos proporcionados por la empresa, como puedan ser los planos de la nave, características de las máquinas o de los elementos de iluminación y calefacción, facturas varias, etc.
3. Toma de datos en la propia instalación en las visitas coordinadas con la empresa.
4. Recuento de todos los equipos de la instalación que originaban un consumo energético significativo.
5. Apoyo de una tabla Excel facilitada por *officinaseficientes.es* y preparada por *Crear Consultores S.L.* para WWF España. Esta tabla Excel contiene un manual para la implantación de un plan de ahorro y eficiencia energética.
6. Uso de los programas CHEQ 4 y DIALux EVO 6.2 para la realización de simulaciones, tanto para la instalación de placas solares, como para el sistema de iluminación de la nave. En estas simulaciones se recogen el estado actual de la iluminación para corroborar los datos proporcionados por la empresa y los tomados en la propia nave y todas las simulaciones necesarias hasta llegar a una solución óptima.
7. Cálculo de las tasas de retorno de los equipos propuestos, desde las placas solares hasta los equipos de iluminación.
8. Elaboración del informe final que será entregado a la empresa.

En las ilustraciones 4 y 5 se puede observar el diagrama de Gantt de las acciones anteriormente descritas.

		Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores
1	📅	Generación canal de comunicación .	1 day	3/08/18 8:00	3/08/18 17:00	
2	✅	Recopilación y estructuración de todos los datos proporcionados por la empresa	10 days	6/08/18 8:00	17/08/18 17:00	1
3	✅	Toma de datos en la propia instalación en las visitas coordinadas con la empresa	7 days	20/08/18 8:00	28/08/18 17:00	2
4	✅	Recuento de todos los equipos de la instalación	1 day	29/08/18 8:00	29/08/18 17:00	3
5	✅	Apoyo de una tabla Excel facilitada por officinaseficientes	3 days	30/08/18 8:00	3/09/18 17:00	4
6	✅	realización de simulaciones	30 days	4/09/18 8:00	15/10/18 17:00	5
7	✅	Cálculo de las amortizaciones	7 days	16/10/18 8:00	24/10/18 17:00	6
8	✅	Elaboración del informe final	3 days	25/10/18 8:00	29/10/18 17:00	7

Ilustración 4 Diagrama de Gantt del proyecto

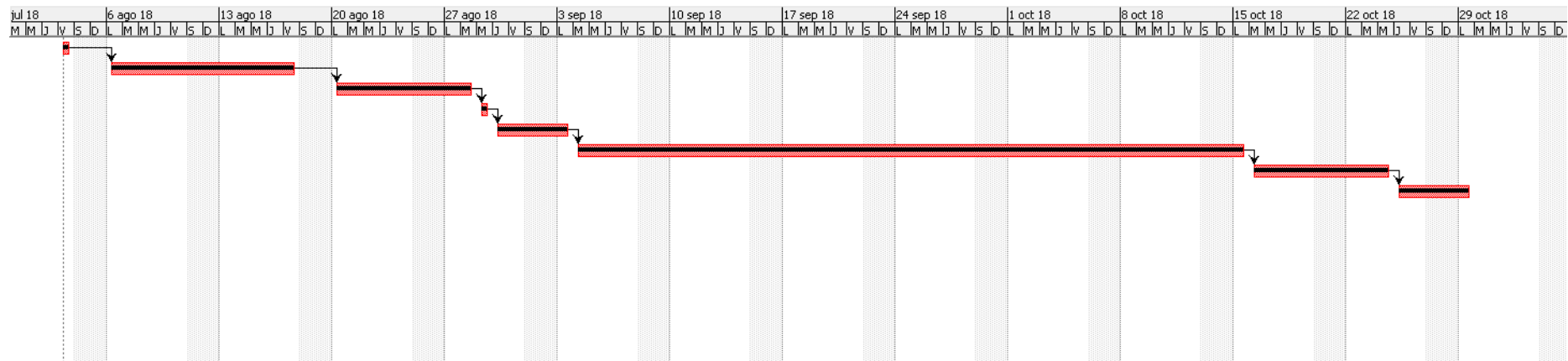


Ilustración 5 Diagrama de Gantt del proyecto

3.3 HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Durante la realización de este proyecto se han necesitado el uso de una serie de herramientas, algunas de ellas se han empleado en la toma de datos o en su tratamiento para la realización de simulaciones.

3.3.1 APARATOS DE MEDIDA

- Luxómetro.

Permite realizar medidas de la iluminación del local, con esta herramienta se tomaron los datos de campo con los que se comprobó el cumplimiento actual o no de la normativa de iluminación en los puestos de trabajo.



Ilustración 6 Luxómetro. Fuente:Elaboración propia.

- Analizador de redes.

Mediante el analizador de redes CIR-E se comprobó el consumo energético de la instalación durante una semana de trabajo en las instalaciones de “Ismael Sánchez Ebanista S.L.”



Ilustración 7 Analizador de redes. Fuente:Elaboración propia

3.3.2 HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS

- DIALux EVO 6.2

Para la realización de las simulaciones de luminarias.

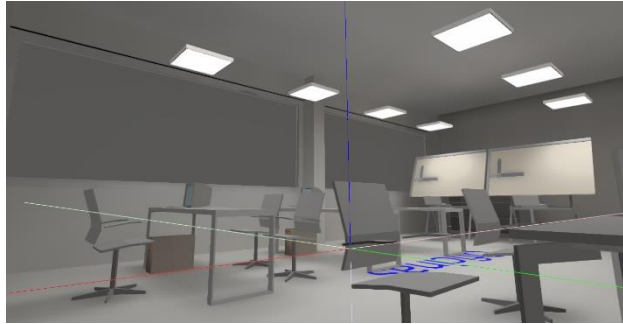


Ilustración 8 Dialux. Fuente:Elaboración propia

- Autocad

Con esta herramienta se realizaron los planos de la nave, con el fin de cargarlos en el DIALux y realizar las simulaciones de iluminación pertinentes.

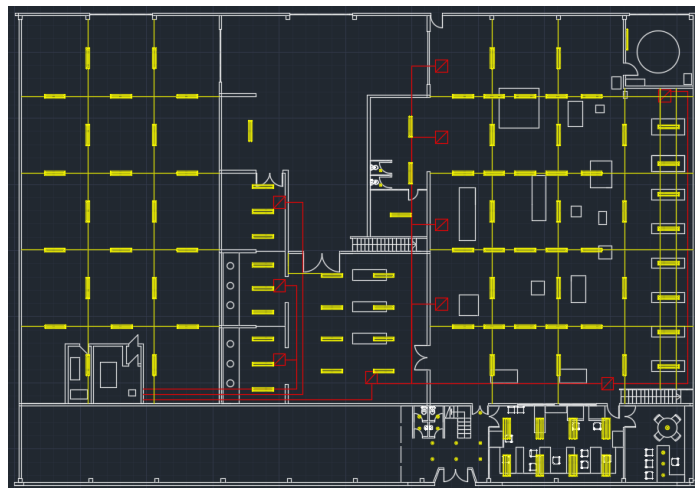


Ilustración 9 Autocad. Fuente:Elaboración propia

- CHEQ 4

Con este programa se realizó el cálculo de las instalaciones de placas solares y placas híbridas



Ilustración 10 CHEQ 4. Fuente:Elaboración propia

- EXCEL

Apoyo de una tabla Excel facilitada por officinaseficientes.es y preparada por Creará Consultores S.L. para WWF España para calcular las reducciones de CO2 conseguidas con la implantación de las propuestas desarrolladas en este proyecto.

FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
Electricidad		kWh	0,385	Kg de CO2 eq/kWh	0

Ilustración 11 Tabla WWF Fuente:Elaboración propia

4. REALIZACIÓN DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

- Emplazamiento.

Esta industria se ubica en una nave situada en el Polígono industrial San Miguel nave-2 del término municipal de Villanueva de Gállego, provincia de Zaragoza.



Ilustración 12 Ubicación de la instalación. Fuente: Google Maps

- Descripción del local.

El local objeto de este estudio es un conjunto de tres naves rectangulares con un total de 35m. de largo por 50 m. de ancho. En el **Anexo I** se pueden ver los planos donde se aprecia la ubicación de la nave dentro de la parcela y la propia distribución de la nave.



Ilustración 13 Vista exterior de la nave. Fuente: www.ismaelsanchezsl.com

Tendrá acceso directo para personas desde el vial de dicho polígono que discurre paralelo a la Autovía de Huesca y acceso por la actual calle del polígono paralela a la anterior, tanto para personas como vehículos.

La nave se distribuirá tal y como se indica en los planos del **anexo I** y consta en planta baja de: acceso, aseos, oficina, despacho, almacén, taller y servicios taller y en la primera planta de: vestuarios con ducha, inodoro y lavabo, así como un cuarto de descanso; y un altillo en la nave central que actualmente está en desuso, pero que hacía las funciones de almacén.

4.2 TOMA DE DATOS DE INVENTARIO DE EQUIPOS CONSUMIDORES.

Para la realización de este proyecto el cliente ha suministrado toda la información necesaria para la elaboración de la auditoría, toma de medidas de la nave, iluminación de las luminarias mediante el luxómetro, un listado donde se recogerán los distintos elementos que generan un coste de explotación, como, por ejemplo, la maquinaria de la fábrica, información referente a la caldera y elementos de iluminación, etc.

Según la tarea desarrollada por cada elemento se clasificará en una de las siguientes categorías, a saber: iluminación, máquina de trabajo, climatización y otros.

En la Tabla 1 se recogen los datos correspondientes al coste y consumo de la instalación durante el periodo comprendido septiembre del año 2016 y septiembre del año 2017

Resumen Facturación eléctrica.				
Mes	Coste Total (€)	Consumo eléctrico (KWh)	Coste diario (€/día)	Consumo diario (KWh/día)
Septiembre	1302	5204	43,39	173,47
Octubre	1291	5160	43,02	171,99
Noviembre	1281	5163	42,68	172,08
Diciembre	1217	5142	40,55	171,39
Enero	926	209	30,85	6,95
Febrero	938	212	31,27	7,04
Marzo	917	207	30,53	6,88
Abril	936	211	31,17	7,02
Mayo	945	213	31,49	7,10
Junio	123	4550	41,04	151,67
Julio	1285	4900	42,82	163,33
Agosto	954	215	31,81	7,17
Septiembre	1272	5085	42,39	169,48

Tabla 1 Resumen de la facturación eléctrica. Fuente: Elaboración propia

El consumo de la empresa sufre una gran variación en función de la carga de trabajo que tenga en esos momentos asignada.

Dado que su forma de trabajo es bajo pedido se observa una fuerte estacionalidad entre los meses que se encuentran funcionando la maquinaria y los meses que no disponen de ningún proyecto en marcha.

En el Gráfico 1 se representa de manera visual los datos recogidos en la Tabla 1.

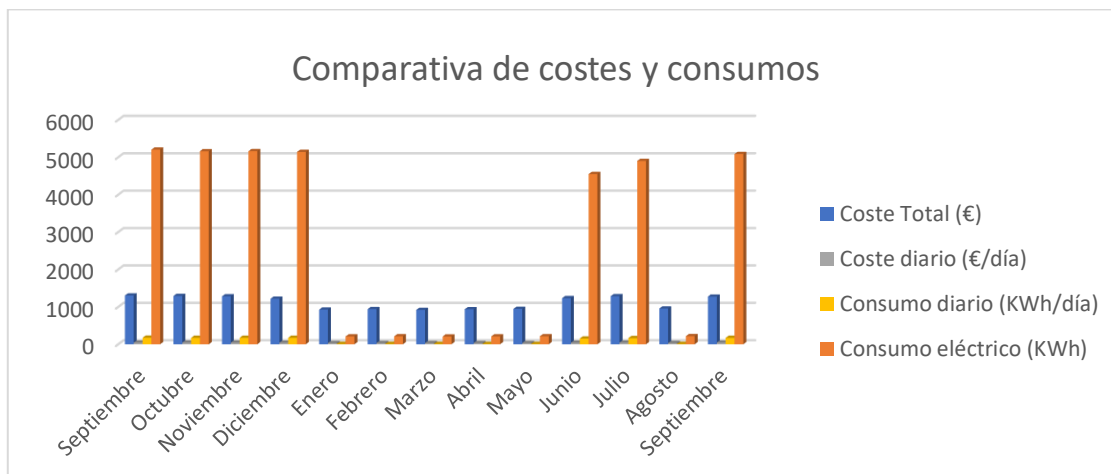


Gráfico 1 Comparativa de costes y consumos. Fuente: Elaboración propia

4.2.1 DISTRIBUCIÓN.

En la tabla 2 se puede encontrar la dimensión de la nave y su distribución, en aquellas zonas cuya superficie no se genera por una superficie rectangular, se ha dividido la planta de dicha zona en figuras geométricas y sumado sus respectivas áreas.

	Largo (m)	Ancho (m)	superficie útil (m ²)
Planta baja	50	35	1750
Almacén 1	15	29	435
Almacén 2	Superficie no rectangular		175
Sala Calderas	5,5	4	22
Sala de acabados	Superficie no rectangular		180
Baños x2	1,5	1	3
Sala herrajes	3	5	15
Silo	5,5	5	27,5
Sala de trabajo	Superficie no rectangular		580,5
Sala de exposición 1	30	6	180
Entrada clientes	7	6	37
Oficinas	10	6	60
Despacho gerente	6	5	30
baños clientes	2	2,5	5
Total, superficie útil planta baja			1750

Tabla 2 Distribución de la planta baja de la nave. Fuente: Elaboración propia

	Ancho (m)	Largo (m)	Superficie útil (m ²)
Planta 1	35	50	1750
Vestuarios trabajadores	6	10,5	63
Comedor	6	5	30
Sala de exposición 2	6	30	180
Altillo	29	15	435

Tabla 3 Distribución de la primera planta de la nave. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 ILUMINACIÓN

Este grupo se dividirá a su vez en dos subgrupos.

- Alumbrados especiales

En esta categoría se agrupan todo alumbrado de emergencia de la nave, la ubicación de este alumbrado es la siguiente:

- Dos aparatos de alumbrado en las puertas de salida de la oficina.
- Un aparato de alumbrado sobre la puerta de la sala de descanso.
- Un aparato de alumbrado sobre la puerta de los vestuarios.
- Un aparato de alumbrado en sobre la puerta de salida de las visitas.
- Dos aparatos de alumbrado sobre las puertas de salida peatonales de la nave.
- Un aparato de alumbrado en la escalera de bajada del altillo del almacén.
- Dos aparatos de alumbrado sobre las puertas de salida de vehículos.
- Un aparato de alumbrado en la vía de evacuación de la nave taller.
- Dos aparatos de alumbrado sobre la nave central.

- Alumbrados básicos

Englobará a todos los equipos cuya función sea la de proveer los valores lumínicos necesarios para poder desarrollar la actividad laboral en condiciones de confort y seguridad.

Se podrá encontrar en distintas zonas tales como, la oficina, la nave almacén, en el acceso a la nave altillo, en la nave de las máquinas, en el almacén altillo, en la zona de lijado y en la zona de barnizado.

- Máquinas de trabajo

Este grupo englobará a todos los equipos que sean utilizados por los empleados para la realización del trabajo.

- Climatización

Este grupo englobará a todos los equipos cuya función consista en aclimatar el local.

- Otros

Este grupo engloba a todos los equipos que no entran en ninguna de las clasificaciones anteriores.

En las siguientes tablas se muestran el inventario lumínico, máquinas de trabajo y climatización con sus potencias teóricas:

4.2.3 LISTADO ALUMBRADO BÁSICO.

En la tabla 4 se recogen las características de las luminarias, según el proyecto realizado a la hora de construir la nave.

UNIDADES	Receptor	Potencia	Unidades
4	Punto de luz 50W/12V	200	W
8	Punto de luz 60 W	480	W
7	Punto de luz 100 W	700	W
1	Punto de luz 160 W	160	W
6	Punto de luz 250 W/VMCC	1500	W
5	Punto de luz fluorescente 1x36 W	180	W
5	Punto de fluorescente 2x36 W	360	W
8	Punto de luz fluorescente 4x36 W	1152	W
95	Punto de fluorescente 2x58 W	11020	W
4	Extractores Baño	200	W
1	Rotulo exterior	2700	W
TOTAL		18652	KW

Tabla 4 Listado alumbrado básico. Fuente: Elaboración propia.

4.2.4 LISTADO MÁQUINAS PORTÁTILES.

En la tabla 5 se recogen las características de las máquinas portátiles, según el proyecto realizado a la hora de construir la nave.

Unidad	Máquinas portátiles	KW	C.V.
3	Taladro Manual 13 mm Ø	1,65	
2	Taladro Manual 13 mm Ø	0,9	
1	Taladro	1	
1	Taladro Manual 13 mm Ø	0,62	
3	Sierra de calar	0,96	
2	Cepillo eléctrico	1,3	
1	Lijadora	1,2	
1	Lijadora	0,34	
3	Lijadora	1,2	
1	Repasadora	0,65	
2	Reposadora	1	
1	Radial 200 mm Ø		1,25
1	Ingletadora 30 mm Ø		1,25
1	Ingletadora 30 mm Ø	1,25	
SUMA		12,07	2,5

Tabla 5 Listado máquinas portátiles. Fuente: Elaboración propia.

4.2.5 LISTADO MÁQUINAS FIJAS.

En la tabla 6 se recogen las características de las máquinas fijas, según el proyecto realizado a la hora de construir la nave.

Unidad	Máquinas Fijas	KW	C.V.
1	Cepilladora universal 400 mm Ø		5
1	Sierra cinta 800 mm Ø		3
1	Taladro de pie		1
1	Piedra esmeril		0,5
1	Tupi 50 mm Ø		4
1	Lijadora rodillos		1,5
1	Lijadora mesa		3
1	Calibradora grueso		3
1	Encuadradora SC-400		4
1	Lijadora de cabeza		2
1	Espigadora		3
1	Enlazadora		1
1	Aspirador serrín		25
1	Estufa ventilador		0,75
1	Aspirador serrín		3
1	Aspirador serrín		1
2	Cortina agua-pintura		3
1	Canteadora	2	
1	Seccionadora		3
1	Compresor 300 l. 10 bar		4
1	Lijadora tres rodillos		27
1	Prensa de usillos		
1	Cuatro cantos		30
1	Puente grúa	5	
1	Bomba de incendios		7
1	Termo	1,2	
SUMA		8,2	134,75

Tabla 6 Listado máquinas fijas. Fuente: Elaboración propia.

SUMA TOTAL MÁQUINAS FIJAS Y MÓVILES	
KW	20,27
C.V.	137,25

Tabla 7 Potencia total de las máquinas fijas y móviles. Fuente: Elaboración propia.

4.3 POTENCIA INSTALADA

Recopilando los datos recogidos durante el inventario de equipos, se ha determinado el porcentaje de potencia instalada que corresponde a la iluminación, las máquinas fijas y portátiles, los resultados se recogen en el gráfico 2.



Gráfico 2 Consumo energético de la instalación.

El 18% de la potencia instalada proviene de los equipos de iluminación de la nave, el resto, otro 21% de la potencia instalada proviene de la maquinaria móvil y el resto, un 64% de las máquinas fijas.

4.4 ILUMINACIÓN.

El primer aspecto destacable es el déficit de iluminación actual de algunas de las instalaciones, como puede ser el caso de las salas de trabajo, sala de acabados y vestuarios entre otras, en el **Anexo IV** se muestran las mediciones realizadas con el luxómetro en la instalación y la norma UNE 12464.1

En el gráfico 3 se ha recogido la información obtenida con el luxómetro y se ha comparado la iluminación promedio de todas las zonas de la nave y se han comparado con los valores que dicta la normativa de iluminación en los puestos de trabajo.

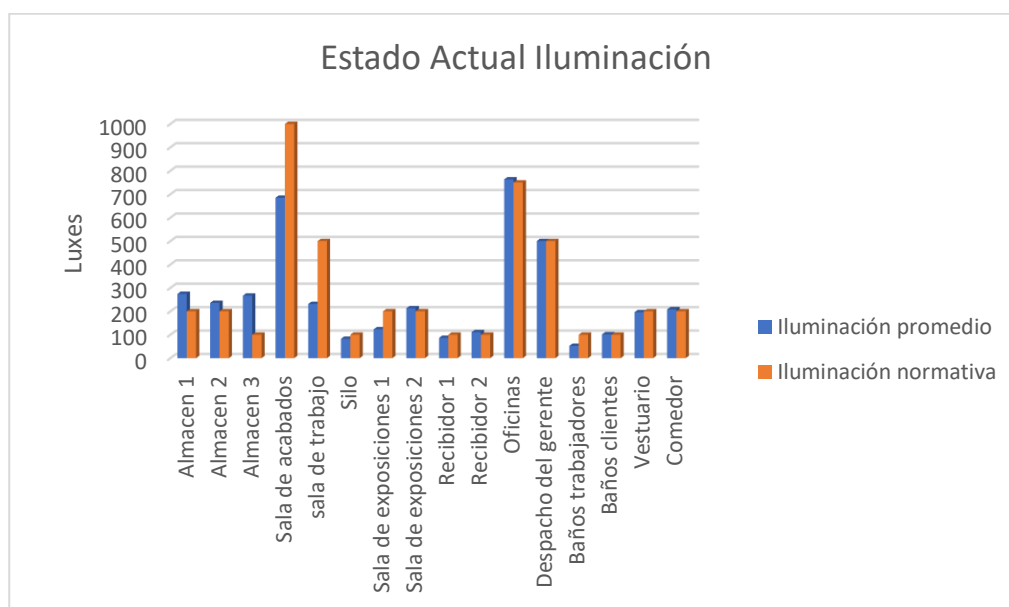


Gráfico 3 Estado actual de la iluminación. Fuente: Elaboración propia.

Se observa que, en los almacenes, oficinas y varias zonas de la planta superior sí que se cumple la normativa, pero en zonas importantes como las de acabados, y la zona principal de trabajo se está muy por debajo de lo estipulado por la norma.

El principal causante de este déficit proviene de la falta de mantenimiento de las luminarias actuales, durante la auditoría se encontraron varios fluorescentes fundidos por lo que se deduce que otros muchos estarían al final de su vida útil.

Otro factor determinante eran las muestras evidentes que no habían sido limpiados en mucho tiempo, por lo que el polvo acumulado impedía la correcta iluminación de las distintas salas de trabajo.

Por lo tanto, la sustitución de las luminarias actuales por luminarias led, no solo vendrá motivada por la reducción de la potencia instalada, (actualmente la iluminación origina el 18% del coste energético de la nave) y de todas las ventajas relacionadas con ello, sino para asegurar la correcta iluminación de todas las zonas tal y como marca la norma y evitar posibles sanciones en casos de posibles inspecciones.

Para lograr este objetivo se realizarán varias simulaciones en el programa DIALux EVO. Estas simulaciones desembocarán en un sistema nuevo de luminarias LED que cumpla con la normativa. Los parámetros que deben de cumplir estas nuevas luminarias se encuentran en las Tablas 8 a 12.

1. OFICINAS				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a
1.1	ARCHIVO, COPIAS, ETC.	300	19	80
1.2	ESCRITURA, ESCRITURA A MÁQUINA, LECTURA Y TRATAMIENTO DE DATOS	500	19	80
1.3	DIBUJO TÉCNICO	750	16	80
1.4	PUESTOS DE TRABAJO DE CAD	500	19	80
1.5	SALAS DE CONFERENCIAS Y REUNIONES	500	19	80
1.6	MOSTRADOR DE RECEPCIÓN	300	22	80
1.7	ARCHIVOS	200	25	80

Tabla 8 Normativa de iluminación en oficinas. Fuente: Norma UNE 12464

1. ÁREAS COMUNES				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a
1.1	HALLS DE ENTRADA	100	22	80
1.2	GUARDARROPAS	200	25	80
1.3	SALONES	200	22	80
1.4	OFICINAS DE TAQUILLAS	300	22	80

Tabla 9 Normativa de iluminación en áreas comunes. Fuente: Norma UNE 12464

20. INDUSTRIA MADERERA Y SU TRATAMIENTO				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGRL	R _a
20.1	TRATAMIENTO AUTOMÁTICO	50	28	40
20.2	TRATAMIENTOS CON VAPOR	150	28	40
20.3	BASTIDOR DE ASERRADO	300	25	60
20.4	TRABAJO EN UNIONES, ENCOLADO, MONTAJE	300	25	80
20.5	PULIDO, PINTURA, ENSAMBLES FINOS	750	22	80
20.6	TRABAJO EN MÁQUINAS: TORNEADO, ESTRIADO, ENDEREZADO...	500	19	80
20.7	SELECCIÓN DE MADERAS DE PLACAS, MARQUETERÍA, INCRUSTACIÓN EN MADERA	750	22	90
20.8	CONTROL DE CALIDAD, INSPECCIÓN	1.000	19	90

Tabla 10 Normativa de iluminación en áreas comunes. Fuente: Norma UNE 12464

2. SALAS DE DESCANSO, SANITARIAS Y DE PRIMEROS AUXILIOS				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a
2.1	CANTINAS, DESPENSAS	200	22	80
2.2	SALAS DE DESCANSO	100	22	80
2.3	SALAS DE EJERCICIO FÍSICO	300	22	80
2.4	VESTUARIOS, SALAS DE LAVADO, SERVICIOS	200	25	90
2.5	ENFERMERÍA	500	19	80
2.6	SALAS PARA ATENCIÓN MÉDICA	500	16	90

Tabla 11 Normativa de iluminación en vestuarios y baños. Fuente: Norma UNE 12464

4. SALAS DE ALMACENAMIENTO, ALMACENES FRÍOS				
Nº REF	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_m lux	UGR _L	R _a
4.1	ALMACENES Y CUARTO DE ALMACÉN	100	25	60
4.2	MANIPULACIÓN DE PAQUETES Y EXPEDICIÓN	300	25	60

Tabla 12 Normativa de iluminación en almacenes. Fuente: Norma UNE 12464

4.5 RESULTADO DE LA SIMULACIÓN Y ELECCIÓN DE LAS LUMINARIAS.

El desarrollo de la simulación se muestra en el **Anexo V** tal, en esta sección sólo se mostrarán los resultados finales de las secciones de la nave más relevante.

Se detallará la inversión inicial, el ahorro total y en general los datos más relevantes por cada una de las ubicaciones de la nave, oficinas, almacenes, etc.

Este desglose resultará útil en caso de que la empresa no pudiera acometer el desembolso que suponga ejecutar la renovación de todas las luminarias, por ello en tal caso, con esta información, podrá decidir la prioridad en las sustituciones en función de la inversión y del ahorro producido.

4.5.1 ALMACÉN 1.

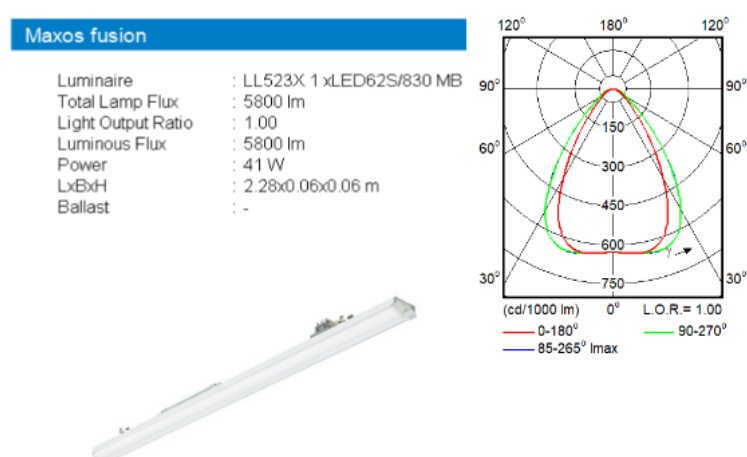


Ilustración 14 Luminaria escogida para el almacén 1 y sus características. Fuente: Philips

Conclusión de los resultados obtenidos	
inversión total inicial (€)	5724
ahorro total anual (€)	3325
Porcentaje de ahorro en la energía consumida (%)	71.08
Amortización (años)	1,72

Tabla 13 Conclusión de los resultados de la simulación en el almacén 1. Fuente: Elaboración propia

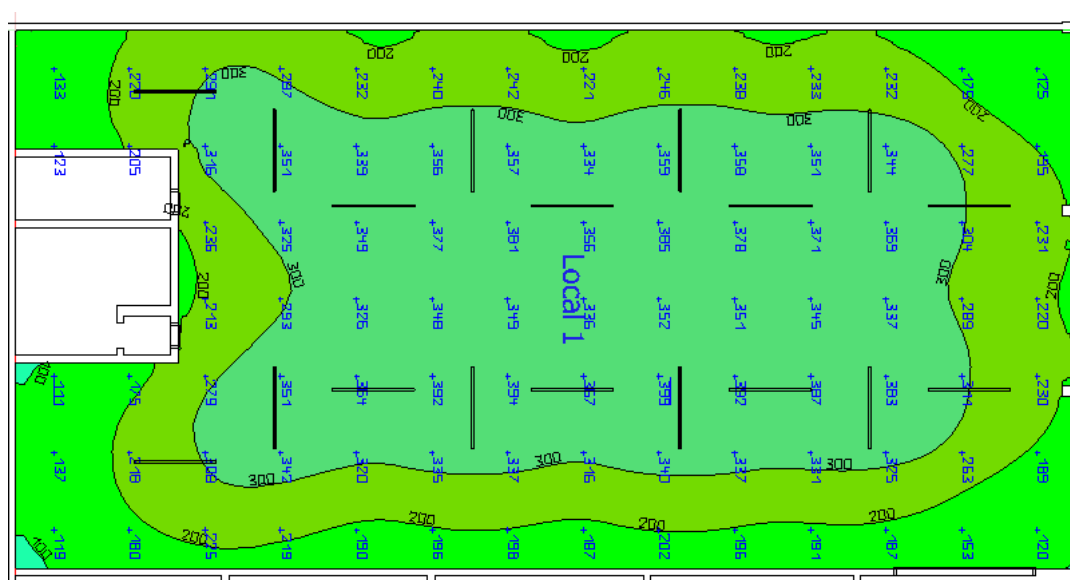


Ilustración 15 Iluminación del almacén 1 con la nueva luminaria. Fuente: DIALux Evo

Según marca la normativa, La zona central del almacén se produce una iluminación mayor que la exigida por la norma, con 100 lux bastaría para iluminar la zona, pero dado que no se ha encontrado otra manera de poder iluminar todo el almacén al menos a 100 luxes, se ha adoptado por mantener esta solución.

4.5.2 ALMACÉN 2.

La luminaria escogida es la misma que la mostrada en la ilustración 7

Conclusión de los resultados obtenidos	
inversión total inicial (€)	1908
ahorro total anual (€)	828,79
Porcentaje de ahorro en la energía consumida	64.66
Amortización (años)	2,3

Tabla 14 Conclusión de los resultados de la simulación en el almacén 2. Fuente: Elaboración propia

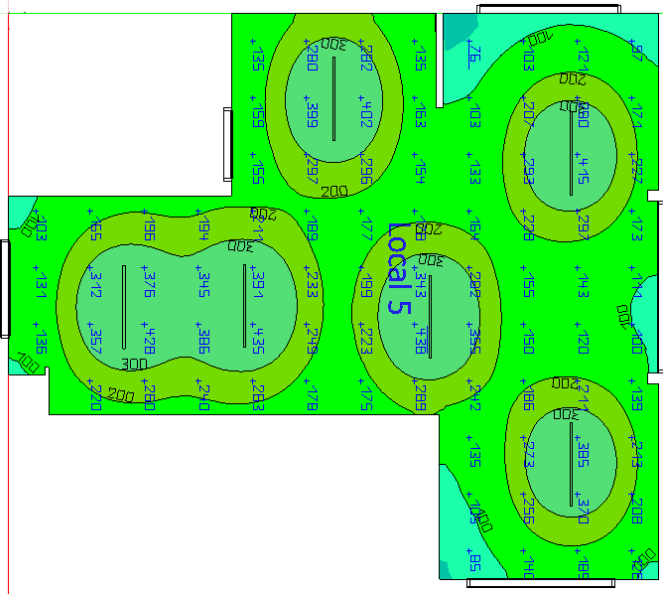


Ilustración 16 Iluminación del almacén 2 con la nueva luminaria. Fuente: DIALux Evo

Con el almacén dos ocurre un caso idéntico al del almacén uno, en la zona donde se encuentran las luminarias se produce una iluminación superior a la exigida por la normativa.

Dado que es la única manera en la que se puede asegurar una iluminación de 100 luxes en toda la zona del almacén se ha mantenido esta solución

4.5.3 SALA DE ACABADOS

La luminaria escogida es la misma que la mostrada en la ilustración 7

Conclusión de los resultados obtenidos	
inversión total inicial (€)	5406
ahorro total anual (€)	2348
Porcentaje de ahorro en la energía consumida	64.66
Amortización (años)	2,3

Tabla 15 Conclusión de los resultados de la simulación en la sala de acabados. Fuente: Elaboración propia

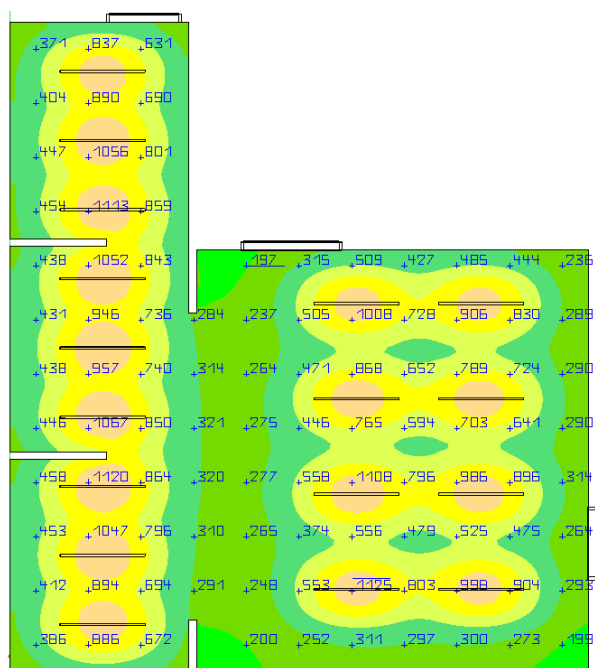


Ilustración 17 Iluminación de la sala de acabados con la nueva luminaria. Fuente: DIALux Evo

En esta sala se encuentran dos zonas de trabajo, en el rectángulo de la izquierda se realizan labores de inspección y calidad de las piezas acabadas.

En el cuadrado de la derecha se realizan las últimas operaciones a la pieza, lijados y otras operaciones.

Por lo tanto, estas zonas deben de estar iluminadas, según normativa a 1000 y 750 luxes, por lo que según se comprueba en la ilustración 17, se ha dado con la solución óptima.

4.5.4 SALA DE TRABAJO

La luminaria escogida es la misma que la mostrada en la ilustración 7

Conclusión de los resultados obtenidos	
inversión total inicial (€)	12720
ahorro total anual (€)	6573,25
Porcentaje de ahorro en la energía consumida	68,58
Amortización (años)	2,3

Tabla 16 Conclusión de los resultados de la simulación en la sala de trabajo. Fuente: Elaboración propia

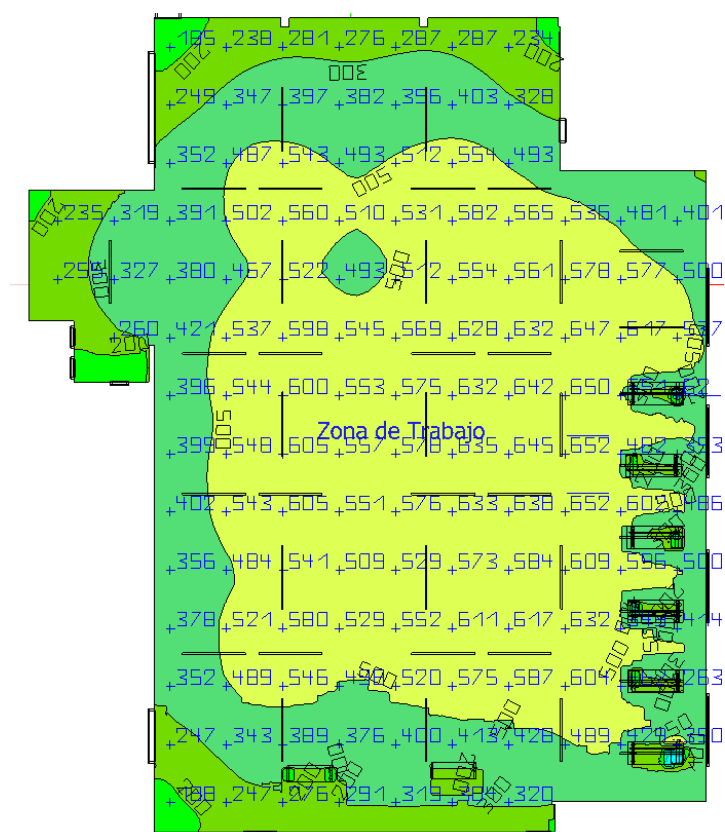


Ilustración 18 Iluminación de la sala de trabajo con la nueva luminaria. Fuente: DIALux Evo

En esta zona de trabajo se realizan operaciones con herramientas fijas y móviles, según normativa debe de haber una iluminación de 500 luxes.

Las máquinas se encuentran en la zona central de la nave, por lo tanto, según muestra la ilustración 18, se ha encontrado una solución óptima.

4.5.5 OFICINAS

SlimBlend Rectangular, recessed

Luminaire	: RC400B POE W30L120 1 xLED42S/830
Total Lamp Flux	: 4200 lm
Light Output Ratio	: 1.00
Luminous Flux	: 4200 lm
Power	: 38 W
LxBxH	: 1.20x0.30x0.05 m
Ballast	: -

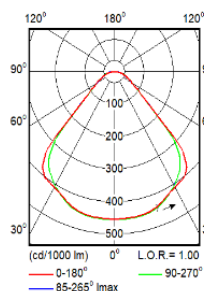


Ilustración 19 Luminaria escogida para la oficina y sus características. Fuente: Philips

Conclusión de los resultados obtenidos	
inversión total inicial (€)	3600
ahorro total anual (€)	1027,9
Porcentaje de ahorro en la energía consumida	70,49
Tasa retorno (años)	3,5

Tabla 17 Conclusión de los resultados de la simulación en las oficinas. Fuente: Elaboración propia

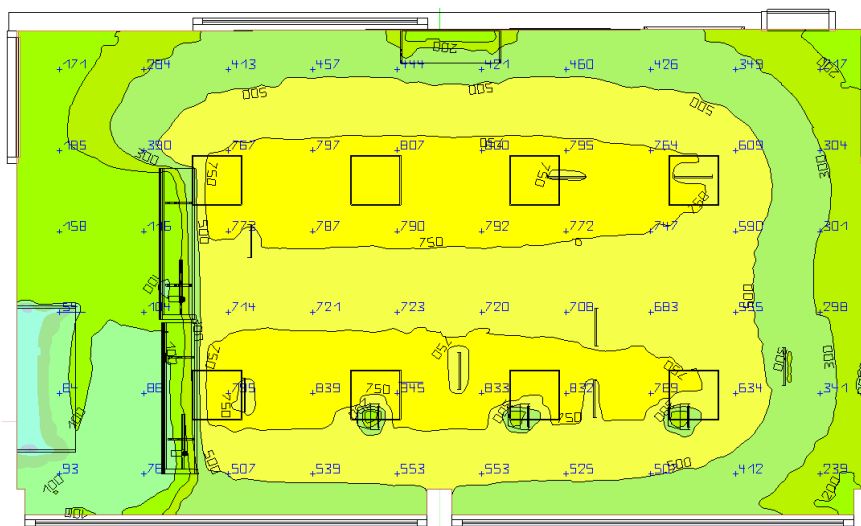


Ilustración 20 Iluminación de las oficinas con la nueva luminaria. Fuente: DIALux Evo

En esta zona se realizan tanto bocetos a mano como dibujo asistido por ordenador, por lo que, según normativa, se debe iluminar a 750 luxes.

La zona de trabajo se encuentra justo debajo de las luminarias, por lo que según se puede comprobar en la ilustración 20, se ha dado con una solución óptima.

4.5.6 DESPACHO DEL GERENTE.

Para el despacho del gerente se utilizó la misma luminaria de la Ilustración 12 y se añadieron para cumplir con la normativa los leds mostrados en la ilustración 13

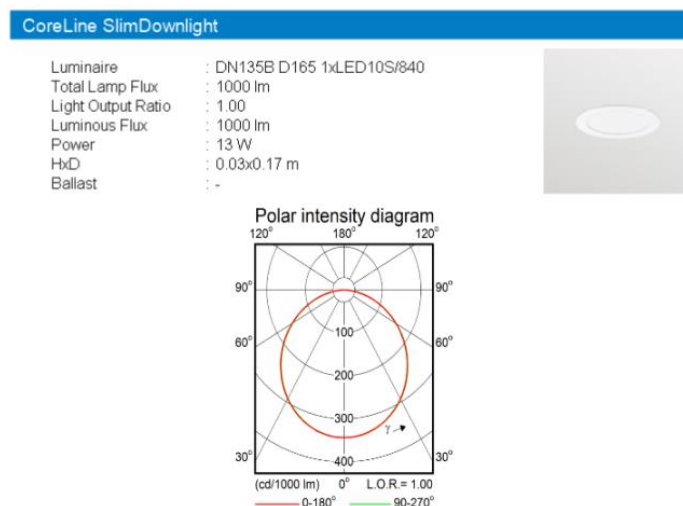


Ilustración 21 Luminaria escogida para el despacho del gerente y sus características. Fuente: Philips

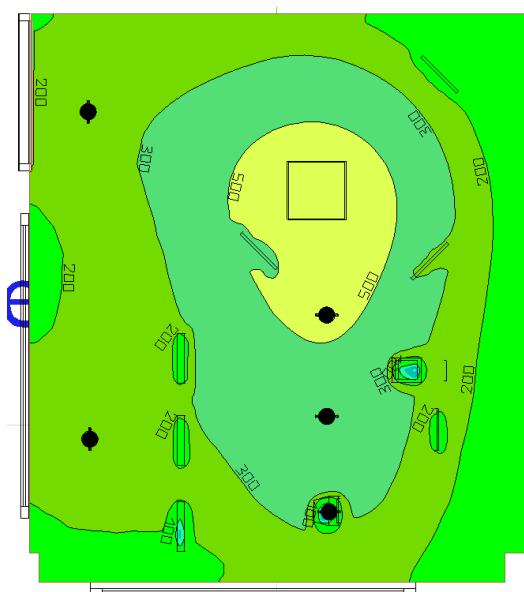


Ilustración 22 Iluminación del despacho del gerente con la nueva luminaria. Fuente: DIALux Evo

Esta zona de trabajo está destinada para la ubicación de los archivos de la empresa, por lo que la iluminación debe de ser de 200 luxes.

Dado que además se usa como despacho del gerente, en casos de que haya una visita importante, se ha reservado una zona con mayor iluminación con el fin de habilitar el uso de esa parte de la sala como zona de reuniones.

Para esta zona de reuniones la iluminación debe de ser de 500 luxes, por lo tanto, según se observa en la ilustración 22, se ha dado con una solución óptima.

4.6 CONCLUSIONES DEL APARTADO DE ILUMINACIÓN

En el gráfico 3 se recogen los datos de la iluminación media y se comparan con los valores exigidos por la norma.

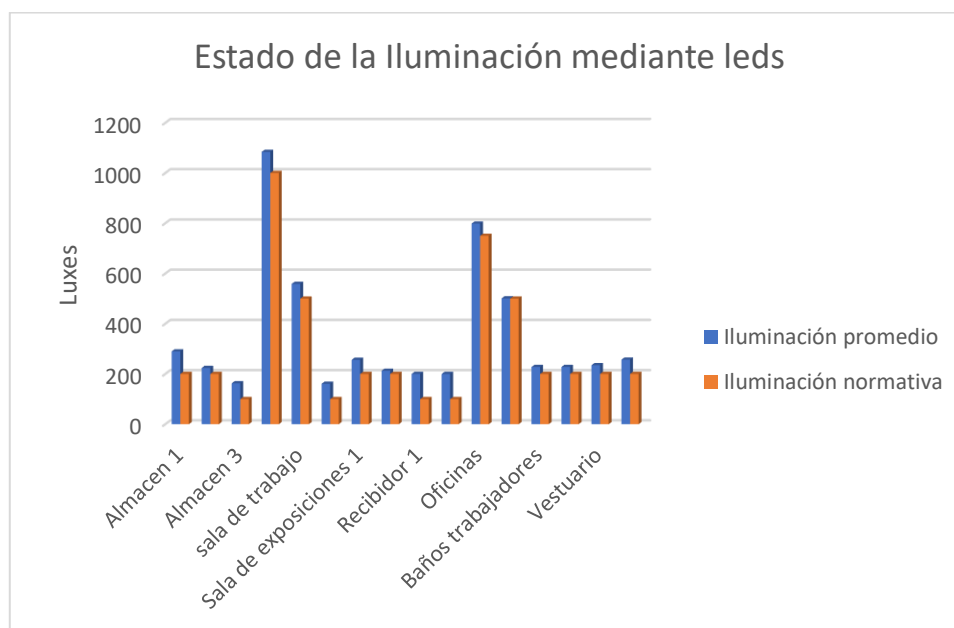


Gráfico 4 Estado de la iluminación mediante el uso de leds. Fuente elaboración propia.

Se comprueba en el gráfico que se ha solucionado el problema de iluminación en todas las zonas de la nave.

Dado que no se puede modificar la configuración actual de las luminarias, los almacenes uno y dos presentan zonas más iluminadas que lo exigido por la norma, la solución ideal sería modificar la disposición de estas luminarias y distribuirlas de forma que se produzca una mayor distribución de la iluminación.

Los resultados obtenidos, Tras realizar la auditoría de la nave, y realizar las simulaciones mediante el software DIALux se muestran en la tabla 18.

Resultado de la propuesta de renovar la iluminación a tecnología LED	
Número de Lámparas	176
Tipo de lámparas	LED
Total potencia instalada (W)	7095,5
Total potencia instalada anteriormente (W)	19534
Disminución de la potencia instalada (%)	63,68
Uso anual (días)	251
Total energía consumida (KWh/año)	9049
Total energía consumida anteriormente (KWh/año)	26470
Disminución de la energía consumida (%)	65,82
Coste total de energía (€/año)	2229,68
Coste total de energía anterior (€/año)	6573,07
Disminución del coste de la energía (%)	66,08
Inversión total inicial (€)	39757,50
Ahorro al año por uso (€)	4343,39
Ahorro en mantenimiento (€)	17279,57
Ahorro total anual (€)	21622,96
Tasa de retorno (años)	1,84

Tabla 18 Resultado de la propuesta de renovar la iluminación a tecnología LED. Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se ha encontrado una diferencia del 8.82% entre la potencia instalada actualmente marcada por el proyecto y por la realización de la auditoría, esta diferencia puede originarse por algún cambio del modelo de luminaria respecto a la instalación original.

Dado que esta diferencia es menor al 10% se considerarán los resultados obtenidos como válidos.

La inversión inicial puede suponer un gran desembolso para la empresa, por ello con la información proporcionada en las secciones anteriores podrá estudiar la posibilidad de acometer la renovación de las luminarias de una vez o por secciones de la nave.

La solución óptima sería la renovación total, a pesar del desembolso que supone, la amortización se produce antes que si se hiciera la renovación por partes.

Además, el estado actual de las luminarias no cumple con la normativa actual, con todos los riesgos que esto significa.

4.7 REDUCCIÓN DE EMISIONES EJECUTANDO EL CAPITULO DE ILUMINACIÓN

Haciendo uso de la tabla ofrecida por el Gobierno de Aragón junto al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, resulta inmediato calcular las reducciones de

emisiones de CO_2 que se producirán en el caso de efectuar los cambios propuestos en el capítulo de iluminación de este proyecto.

Emisiones producidas con el consumo energético actual:

FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
Electricidad	26469,46	kWh	0,385	Kg de CO2 eq/kWh	10190,7421

Tabla 19 Emisiones producidas con el consumo energético actual. Fuente: Gobierno de Aragón

Emisiones producidas con el consumo energético resultante del cambio propuesto de luminarias:

FACTOR DE EMISIÓN DE CONSUMO ELÉCTRICO

	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de emisión (Kg de CO2 eq/kWh)		Kg de CO2 eq
Electricidad	9048,55	kWh	0,385	Kg de CO2 eq/kWh	3483,69175

Tabla 20 Emisiones producidas con el consumo energético resultante del cambio propuesto de luminarias. Fuente: Gobierno de Aragón.

El cambio de luminarias propuesto conllevaría la reducción del 65,85% de las emisiones producidas al iluminar la nave durante el desarrollo de su actividad.

4.8 CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA.

4.8.1 MÉTODO DE CÁLCULO: CHEQ4

El IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía) y ASIT (la Asociación Solar de la Industria Térmica) han elaborado el programa informático CHEQ4. En el **Anexo VI** se puede encontrar más información respecto a este programa, así como otras alternativas de cálculo.

Este software permite diseñar al usuario una instalación solar de una forma bastante rápida y simplificada, al final de la simulación se genera un informe con los resultados. Este informe, en el caso de que resulte ser favorable será suficiente para acreditar el cumplimiento, desde el punto de vista energético, de los requisitos establecidos en la sección HE4.

4.8.2 OBJETIVOS MARCADOS.

Diseñar una instalación de placas solares que complemente a la caldera actual de gasoil destinada al uso de ACS, con el fin de lograr una disminución del consumo energético de la nave.

Se efectuará el diseño de una primera instalación sencilla con capacidad suficiente para cubrir las necesidades energéticas de la nave en lo que a ACS se refiere, la instalación que se va a diseñar en este capítulo será un primer esbozo de la instalación, que dará una idea de la inversión que supondrá llevar a cabo esta propuesta.

Dada la longitud del circuito secundario, 22 metros, y con el fin de simplificar el proceso de cálculo, se ha considerado que la bomba actual de la instalación existente es capaz de soportar las nuevas pérdidas de carga generadas.

4.8.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

En los siguientes apartados y en las ilustraciones 23 y 24 se muestran los elementos que formarán parte de la instalación.

- En el **Anexo I** se puede comprobar el dibujo en CAD de la instalación de placas solares para ACS.
- En el **Anexo VII**, se recogen las fichas técnicas de cada uno de los elementos que formaran parte de la instalación.
- En el **Anexo VIII**, se incluye la justificación de la elección de cada uno de los elementos que formaran parte de esta instalación, el dimensionamiento de las tuberías, así como el cálculo de las pérdidas de carga de los elementos de la instalación.

Los elementos que aparecen en la ilustración 23 son:

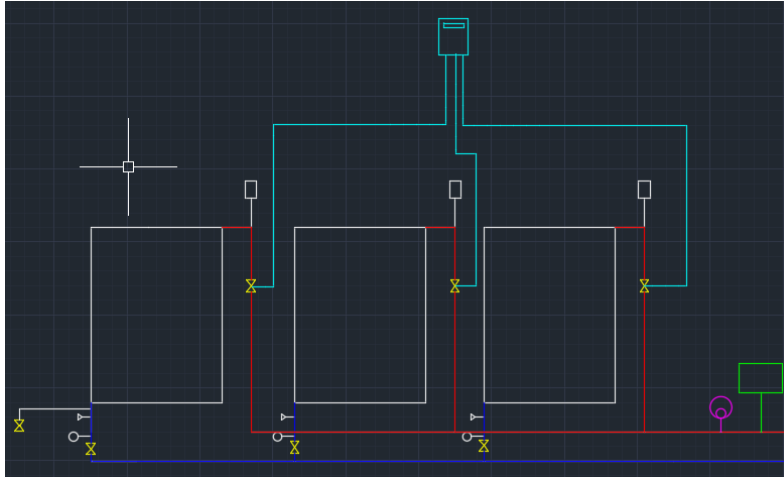


Ilustración 23 Circuito primario de la instalación de placas solares para ACS. Elaboración propia.

- Color rojo: Tubería de ida con el agua caliente.
- Color azul Tubería de retorno con el agua fría.
- Color amarillo: Válvulas de corte y regulación.
- Color cian: Centralita de control.
- Color morado: Vaso de expansión.
- Color Verde: Aerotermo.
- Color blanco: Manómetros, placas solares.

Los elementos que aparecen en la ilustración 24 son:

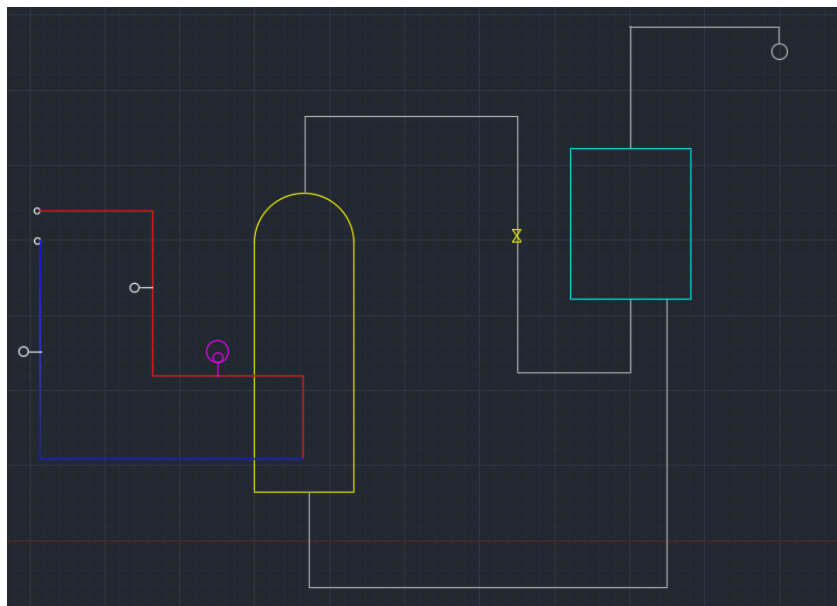


Ilustración 24 Circuito secundario de la instalación de placas solares para ACS. Fuente: Elaboración propia.

- Color rojo: Tubería de ida con el agua caliente proveniente de las placas.
- Color azul Tubería de retorno con el agua fría proveniente de las placas.
- Color amarillo: Interacumulador.
- Color cian: Caldera existente en la nave.
- Color morado: Vaso de expansión.
- Color gris: Tubería del circuito secundario con el ACS.

4.8.3.1 CAPTADOR SOLAR

El captador solar escogido para la instalación es el modelo Ecotop VF 2.3 de la marca Ferroli.



Ilustración 25 Modelo Ferroli de la familia Ecotop VF. Fuente: Catálogo Ferroli.

El ángulo de inclinación elegido es de 51° , este ángulo de inclinación viene marcado por la latitud de la ubicación, 41° a la cual se le suman 10° debido a que bajo esta configuración se obtiene una mayor absorción de energía incidente en los meses de invierno, donde será de mayor utilidad esta instalación.

Los colectores estarán separados a una distancia de 3.34 metros como mínimo para que no se produzca la proyección de sombras de un captador sobre la superficie de otro y se produzca una pérdida en el rendimiento.

4.8.3.2 INTERACUMULADOR

La instalación diseñada es del tipo “sistema centralizado con interacumulador”, en la cual un solo depósito abastece a todos los puntos de consumo, además el intercambio de calor se produce en el interior de este.

El modelo de interacumulador INOXUNIT/ES 500-P cumple con los requerimientos necesarios marcados por la normativa según RITE y CTE para ser instalado.



Ilustración 26 Acumulador Ferrolí familia Inoxunit. Fuente: Catálogo Ferrolí.

4.8.3.3 AEROTERMO

Para satisfacer las necesidades de ACS de la plantilla durante los meses de menos horas de sol, se debe de sobredimensionar la instalación, lo que supone que, durante los meses de mayor cantidad de hora, la instalación genere una cantidad de calor excesiva, este exceso puede dañar los componentes de las placas solares o a otros elementos de la propia instalación.

Para solucionar este problema se instalará el aerotermo AE F10 de la marca Ferrolí



Ilustración 27 Aerotermo marca Ferrolí. Fuente: Catálogo Ferrolí.

4.8.3.4 GRUPO HIDRÁULICO DE CIRCULACIÓN

Todo sistema de circulación forzada con un caudal regulable necesita de un grupo hidráulico que ajuste el caudal del circuito en función de las necesidades de la instalación. Este dispositivo realiza, entre otras funciones, el llenado y/o vaciado de la instalación, lavado de la instalación, funciones de seguridad, etc.



Ilustración 28 Grupo hidráulico marca Ferroli. Fuente: Catálogo Ferroli

4.8.4 VALIDACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Para comprobar que la instalación cumple con los requerimientos exigidos por la normativa se hace uso del software CHEQ 4.

El procedimiento de cálculo se puede observar en el **Anexo IX**

REVISIÓN DE SEGUIMIENTO DE NORMATIVA (HE4)

- Las pérdidas por orientación e inclinación serán inferiores a los límites siguientes:

Casos generales: 10%

Superposición: 20%

Integración arquitectónica: 40%

(HE4: Apartado 2.2.3.2)

- La fracción solar supera como mínimo durante tres meses seguidos el 100 %. Debe tomarse alguna de la tres medidas

dotar la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes.

tapado parcial del campo de captadores.

vaciado parcial del campo de captadores.

desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.

(HE4: Apartado 2.2.2.1)

Ilustración 29 Revisión de seguimiento de normativa. Fuente: CHEQ 4

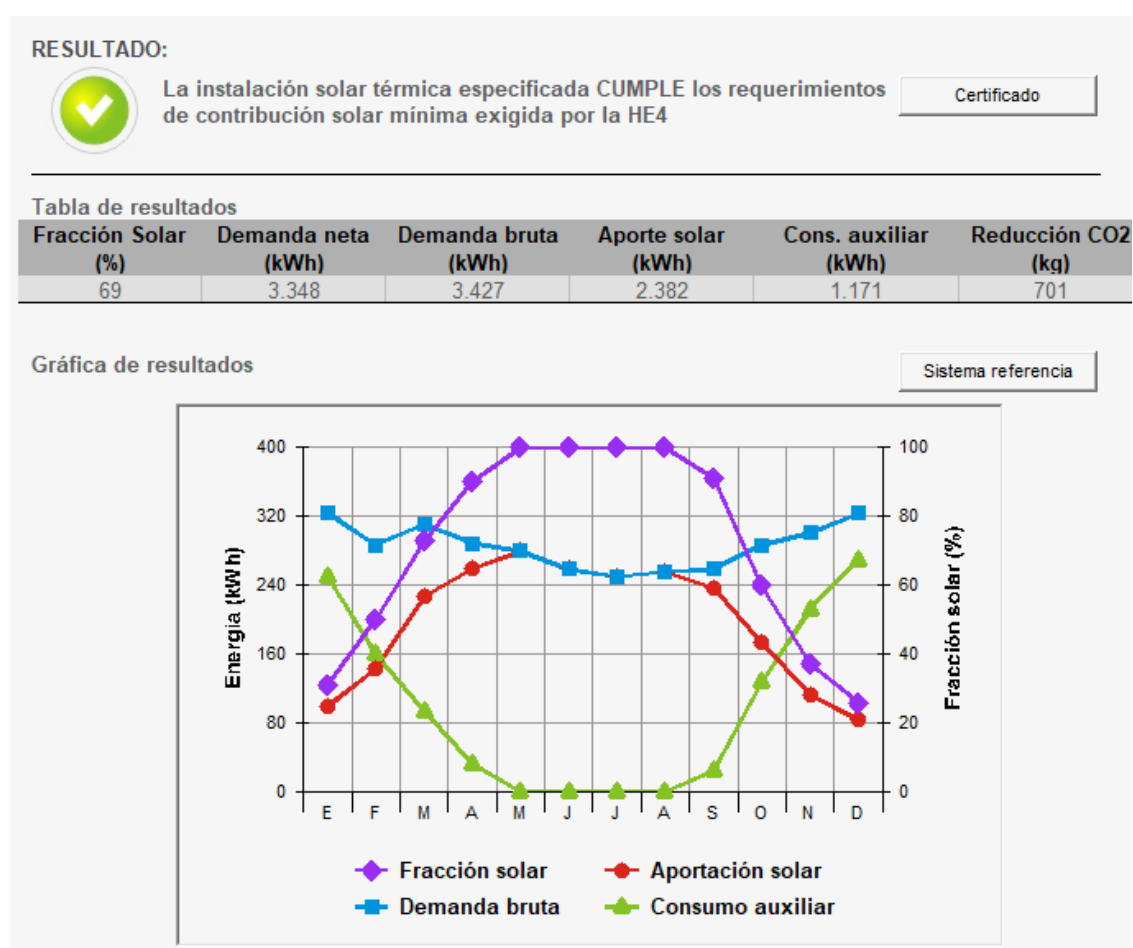
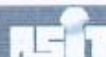


Ilustración 30 Resultados de la instalación de placas solares diseñada. Fuente: CHEQ 4

En 4 meses consecutivos, de marzo a agosto, la fracción solar se supera el 100%, por tanto, será necesario la instalación del aerotermo anteriormente descrito.

El resultado es positivo, por lo que el programa emite un certificado con las características de la instalación tal y como se muestra en las siguientes ilustraciones.

CHEQ4



La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4

Datos del proyecto

Nombre del proyecto	INSTALACIÓN PLACAS SOLARES PARA ACS
Comunidad	VILLANUEVA DE GÁLLEGO
Localidad	ZARAGOZA
Dirección	POLÍGONO SAN MIGUEL, SECTOR 3B, C/L 1

Datos del autor

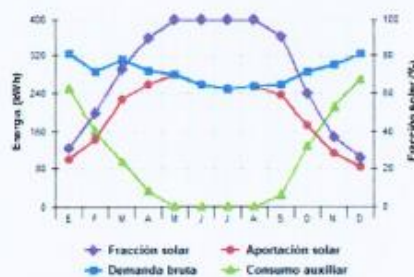
Nombre	FERNANDO JAVIER GARCÍA MARTÍN
Empresa o institución	UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Email	
Teléfono	

Características del sistema solar



Localización de referencia	Villanueva de Gállego (Zaragoza)											
Altura respecto la referencia [m]	9											
Sistema seleccionado	Instalación de consumidor único con interacumulador											
Demanda [l/día a 60°C]	168											
Ocupación	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
%	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Resultados



Fracción solar [%]	69
Demanda neta [kWh]	3.348
Demanda bruta [kWh]	3.427
Aporte solar [kWh]	2.382
Consumo auxiliar [kWh]	1.171
Reducción de emisiones de [kg de CO ₂]	701

Ilustración 31 Hoja 1 del informe favorable de la instalación. Fuente: CHEQ 4.

CHEQ4		ALIT	Logo 1	Logo 2	Logo 3	IDAE
La instalación solar térmica especificada CUMPLE los requerimientos mínimos especificados por el HE4						
Parámetros del sistema						Verificación en obra
Campo de captadores						
Captador seleccionado	FERROLI Ecotop VF 2.3 (Ferroli)					<input type="checkbox"/>
Contraseña de certificación	NPS-3711 - Verificar vigencia					<input type="checkbox"/>
Número de captadores	3,0					<input type="checkbox"/>
Número de captadores en serie	1,0					<input type="checkbox"/>
Pérdidas por sombras (%)	1,5					<input type="checkbox"/>
Orientación [°]	51,0					<input type="checkbox"/>
Inclinación [°]	0,0					<input type="checkbox"/>
Circuito primario/secundario						
Caudal circuito primario [l/h]	750,0					<input type="checkbox"/>
Porcentaje de anticongelante (%)	40,0					<input type="checkbox"/>
Longitud del circuito primario [m]	24,5					<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	14,0					<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0					<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma de poliuretano					<input type="checkbox"/>
Sistema de apoyo						
Tipo de sistema	Caldera convencional					<input type="checkbox"/>
Tipo de combustible	Gasóleo					<input type="checkbox"/>
Acumulación						
Volumen [l]	450,0					<input type="checkbox"/>
Distribución						
Longitud del circuito de distribución [m]	22,0					<input type="checkbox"/>
Diámetro de la tubería [mm]	18,0					<input type="checkbox"/>
Espesor del aislante [mm]	30,0					<input type="checkbox"/>
Tipo de aislante	espuma de poliuretano					<input type="checkbox"/>
Temperatura de distribución [°C]	60,0					<input type="checkbox"/>

Ilustración 32 Hoja 2 del informe favorable de la instalación. Fuente: CHEQ 4.

4.8.5 COSTE DE LA INSTALACIÓN

Para determinar el precio de los componentes de la instalación diseñada se solicitó un presupuesto a la empresa "JOSE FERNADNO GARCÍA SÁNCHEZ FONTANERÍA Y CALEFACCIÓN". Este presupuesto se puede ver en el **Anexo X**.

El resumen del presupuesto se encuentra en la siguiente tabla.

Desglose presupuesto	€
Instalación placas solares y de los componentes del circuito primario y secundario	4461
Mano de obra, puesta en marcha y pruebas	1002
Base Imponible	5463
IVA (21%)	1147,23
Precio total	6610.23

Tabla 21 Desglose del presupuesto de la instalación solar para ACS. Fuente: Elaboración propia.

4.8.6 AMORTIZACIÓN Y REDUCCIÓN DE EMISIONES.

Volviendo a la tabla ofrecida por el Gobierno de Aragón junto al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, resulta inmediato calcular las reducciones de emisiones de CO_2 que se producirán en el caso de implementar esta instalación.

Del documento generado del programa CHEQ 4 se ha obtenido que el consumo energético anual actual para el uso de ACS en la nave es de 3427 KWh y que, tras la instalación de las placas, estas aportarían 2386 KWh.

Combustible	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de conversión	kWh	Factor de emisión (Kg de CO_2 eq/kWh)		Kg de CO_2 eq
Gasóleo	315,85	Litros	10,60 kWh/l	3348	0,263	Kg de CO_2 eq/kWh	880

Tabla 22 KG de CO_2 equivalentes actuales debido al uso de ACS. Fuente: Excel gobierno de Aragón.

Combustible	Consumo anual	Unidades de medida física	Factor de conversión	kWh	Factor de emisión (Kg de CO_2 eq/kWh)		Kg de CO_2 eq
Gasóleo	142,45	Litros	10,60 kWh/l	1510	0,263	Kg de CO_2 eq/kWh	397

Tabla 23 KG de CO_2 equivalentes tras la instalación de las placas para ACS. Fuente: Excel gobierno de Aragón.

Resultados obtenidos	
Consumo actual de gasoil para ACS (L)	315,85
Consumo de gasoil tras la instalación de las placas solares (L)	142
Disminución de emisiones de CO ₂ (KG de CO ₂ eq.)	483
Disminución de emisiones de CO ₂ (%)	45,10
Precio del gasoil (€/L)	0,9
Disminución del consumo (L)	173,85
Disminución del consumo (%)	55,04
Ahorro (€)	156,47
Coste de la instalación (€)	4461
Tasa de retorno (años)	28,51

Tabla 24 Resultados obtenidos de la simulación de la instalación de las placas solares. Fuente: Elaboración propia.

4.9 MAQUINARIA

Tal y como se observa del Gráfico 2 Consumo energético de la instalación, el 64% del consumo de energía se produce debido al funcionamiento de las máquinas fijas de la instalación. Este porcentaje es tres veces superior a los otros elementos consumidores de energía, por lo que la elaboración de alternativas que permitan reducir el consumo de las máquinas fijas será prioritaria.

Dos de las propuestas presentadas fueron:

- Renovación de la maquinaria más antigua por modelos más eficientes
- Fuentes de energía alternativas, energías renovables.

Dado que la primera propuesta fue rechazada debido a la imposibilidad de realizar una inversión de semejante magnitud y aprovechando los cálculos realizados para la posible instalación de placas solares para ACS, se procedió a la elaboración de una nueva propuesta para determinar la viabilidad técnica y económica de la instalación de un sistema de paneles solares híbridos.

4.10 PANELES SOLARES HÍBRIDOS.

Este tipo de placas reciben su nombre dado que son capaces de producir simultáneamente electricidad y agua caliente sanitaria. Esta ventaja permite un mayor aprovechamiento de la irradiación incidente, lo que origina una mayor producción de energía por superficie que en el caso de colocar dos tipos de paneles independientes.

Se ha recurrido a los paneles híbridos Ecomesh de la empresa EndeF Engineering.



Ilustración 33 Panel híbrido Ecomesh. Fuente: www.endef.com

4.10.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS PANELES SOLARES HÍBRIDOS ECOMESH.

Las características de este producto se encuentran en el **Anexo XI**. En la siguiente tabla se recogen las características determinantes a la hora de diseñar la instalación.

Paneles solares híbridos Ecomesh	
Dimensiones (cm)	99,2x1,640x4
Potencia nominal (Wp)	300
Eficiencia paneles (%)	18,44

Tabla 25 Características paneles Ecomesh. Fuente: Catálogo Ecomesh.

4.10.2 DIMENSIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

La instalación se diseñará para cubrir el 50% del consumo energético más alto durante el año.

En la Tabla 1 de este proyecto se observa que el consumo máximo se produjo en el mes de septiembre, alcanzando los 5204 KWh, lo que significa que la instalación deberá de poder aportar un máximo de 2602 KWh.

Considerando que rendimiento del panel es del 18.44 % y Cada panel es capaz de proporcionar 300 vatios, se obtiene que el número de paneles necesarios para proporcionar semejante cobertura es de 47 paneles solares híbridos.

Resulta conveniente que en todas las bancadas se encuentre el mismo número de paneles solares porque en caso contrario surgen problemas en la circulación, sobre todo en el retorno de la instalación. Por este motivo se decide la instalación de 45 paneles solares, para colocarlos en bancadas de 5. Estos 45 paneles proporcionan una potencia de 13.5 KW.

Multiplicando los 45 paneles por su área, se obtiene una superficie de captación de $70,2 \text{ m}^2$, dado que el tejado cuenta con una superficie suficiente para realizar la instalación de los paneles no habría ningún problema en este aspecto para realizar la instalación de los paneles.

4.10.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.

Los componentes de la instalación se pueden clasificar en tres categorías:

- Elementos del sistema de captación solar.
- Elementos de la instalación Hidráulica.
- Elementos de la instalación eléctrica.

4.10.3.1 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE CAPTACIÓN SOLAR

Los elementos que se encuentran en esta categoría son:

- Paneles solares híbridos
- Estructura para una bancada de 5 paneles.

4.10.3.2 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA

Los elementos que se encuentran en esta categoría son:

- Dos interacumuladores solares de 2000 litros cada uno.
- Conexiónado hidráulico necesario para toda la bancada de paneles y su correspondiente conexión con el circuito ya existente.
- Purgadores, válvulas y demás componentes necesarios para el correcto funcionamiento y mantenimiento de la instalación.

4.10.3.3 ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Los elementos que se encuentran en esta categoría son:

- Inversor trifásico.

4.11 RESULTADOS DE LA INSTALACIÓN

Dada la nula información de cómo distribuyen la energía generada por los paneles al consumo de calefacción y/o electricidad, y dado que el software ofrecido por la empresa en su página web. destinado al cálculo de las instalaciones se encontraba protegido mediante contraseña para evitar su uso al público se realizó una serie de llamadas telefónicas a la empresa en cuestión solicitando una mayor información.

Finalmente resulto, que su programa de cálculo no funcionaba correctamente, por ello lo tenían bajo contraseña para evitar su uso a los clientes.

Dado este inconveniente, se ofrecieron a realizar ellos la simulación de la instalación diseñada. Los resultados obtenidos fueron:

Ahorros generados por los paneles híbridos			
Ahorro térmico	2939 €/año	33134 KWh/año	8885 KgCO2/año
Ahorro eléctrico	3536 €/año	21160 KWh/año	7405 KgCO2/año
Ahorro total	6475 €/año	54194 KWh/año	16290 KgCO2/año

Tabla 26 Ahorro generado por los paneles híbridos. Fuente: Endef

Presupuesto según partidas	
Sistema de captación solar	17.010 €
Instalación Hidráulica	8.278 €
Instalación eléctrica	2.414 €
Base Imponible	27.702 €
IVA	5.814 €
Total	33.519 €

Tabla 27 Presupuesto por partidas de la instalación de paneles híbridos. Fuente: Endef

El presupuesto completo se encuentra en el **Anexo X**

Periodo de amortización	
Inversión necesaria (€)	33519
Ahorro total (€/año)	6475
Tasa de retorno (años)	5,18

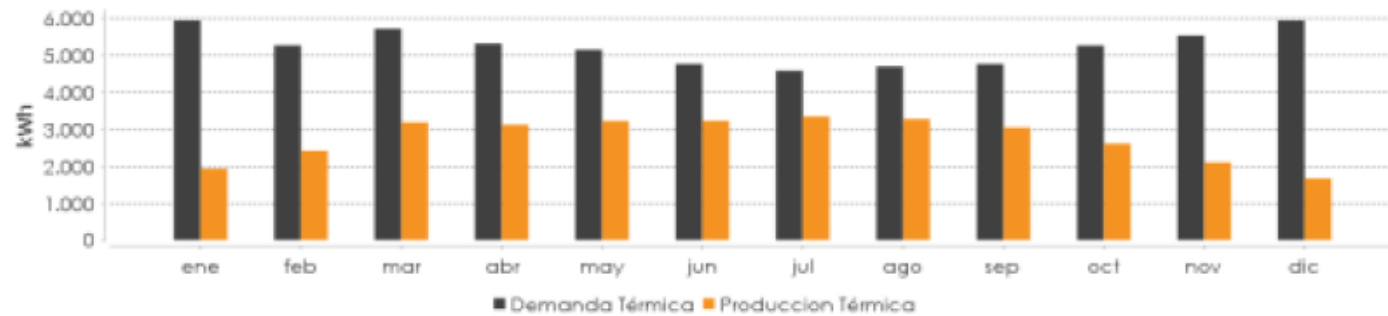
Tabla 28 Amortización de la instalación de paneles solares híbridos.

RESUMEN DE RESULTADOS				
Mes	Radiación superficie horizontal	Radiación superficie inclinada	Producción térmica	Producción eléctrica ECOMESH
Enero	4.461 kWh	7.919 kWh	1.929 kWh	1.190 kWh
Febrero	6.310 kWh	9.708 kWh	2.417 kWh	1.530 kWh
Marzo	10.141 kWh	12.919 kWh	3.186 kWh	1.950 kWh
Abril	12.257 kWh	12.887 kWh	3.119 kWh	1.910 kWh
Mayo	14.689 kWh	13.689 kWh	3.220 kWh	2.060 kWh
Junio	15.921 kWh	14.001 kWh	3.225 kWh	2.020 kWh
Julio	16.887 kWh	15.199 kWh	3.344 kWh	2.200 kWh
Agosto	14.450 kWh	14.511 kWh	3.273 kWh	2.190 kWh
Septiembre	11.056 kWh	13.096 kWh	3.046 kWh	1.960 kWh
Octubre	7.660 kWh	10.801 kWh	2.608 kWh	1.720 kWh
Noviembre	4.949 kWh	8.550 kWh	2.100 kWh	1.330 kWh
Diciembre	3.895 kWh	6.991 kWh	1.667 kWh	1.100 kWh
Anual	122.678 kWh	140.272 kWh	33.134 kWh	21.160 kWh

Ilustración 34 Radiación solar y producción generada. Fuente:Endef



PRODUCCIÓN TÉRMICA



DEMANDA DE ACS Vs PRODUCCIÓN SOLAR TÉRMICA

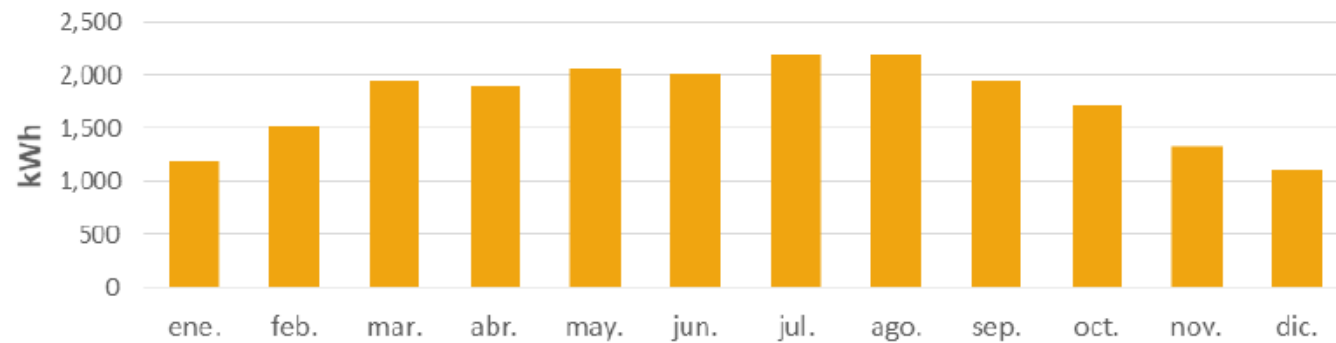


Ilustración 35 Producción térmica y fotovoltaica. Fuente:Endef



PRODUCCIÓN FV

5 PROYECTO FIESTA

5.1 INTRODUCCIÓN

A la vez que se desarrollaba este trabajo fin de grado, se colaboró con el proyecto FIESTA (Families Intelligent Energy Saving Targeted Action), junto a la Universidad de Zaragoza (Departamento de Dirección y Organización de Empresas de la EINA), el Instituto Circe y el Ayuntamiento de Zaragoza.



Ilustración 36 Logo del Proyecto FIESTA. Fuente: Proyecto Fiesta

El proyecto FIESTA, financiado por el programa Energía Inteligente-Europa, comenzó en octubre del año 2014 y dejó de desarrollarse en septiembre del año 2017. Durante los 36 meses en los que se desarrolló este proyecto se vieron involucrados 19 socios repartidos entre 5 países del sur de Europa, España, Italia, Croacia, Bulgaria y Chipre.

Este proyecto nació con el objetivo de involucrar a las familias a través de sus hijos de la importancia de desarrollar políticas de ahorro energético, debido a que el 29% del consumo energético final se produce en el sector residencial, de este porcentaje, el 66% iba destinado a la climatización.

5.2 COLABORACIONES REALIZADAS

Se llevaron a cabo dos visitas a los colegios Luis Buñuel y Miguel de Molinos, en estas visitas, supervisadas por el profesor José María Agudo, se realizaron presentaciones dedicadas a alumnos de 2º y 3º de la ESO dedicadas a presentar los tipos de energías renovables, su generación y su peso dentro de la red energética actual.



Ilustración 37 Ejemplo del desarrollo de la charla a los alumnos de 2º y 3º de la ESO. Fuente: Elaboración propia.

Una vez acabada esta presentación se mostraban acciones destinadas a mejorar la eficiencia energética en sus hogares con el objetivo de que transmitieran esta información a sus padres.

Por último, acabadas las dos presentaciones mencionadas anteriormente, se desarrollaba una parte práctica en la cual los alumnos tenían que:

- Montar un circuito sencillo que incluía Leds, pequeños motores, timbres, etc.
- Calcular las intensidades del circuito y su posterior comprobación con un amperímetro.
- Comparar la iluminación de bombillas tradicionales y las Leds a través del luxómetro.
- Encontrar las pérdidas de calor en el aula de trabajo mediante el uso de una cámara térmica.



Ilustración 38 Uso de los alumnos de la cámara térmica. Fuente: Elaboración propia.

Tras las conclusiones de estas visitas, se realizó la feria localizada en la plaza de Aragón de Zaragoza, en la cual varios estudiantes de ingeniería, junto al profesor desarrollaron varias acciones:

- Entrega de información impresa, folletos del programa fiesta, guía sobre la eficiencia energética, etc.
- Realización de la comparación de las bombillas tradicionales y Leds, tal y como se realizó a los alumnos de los institutos.
- Ejemplo de factura de la luz en un hogar para demostrar la disminución de la potencia necesaria, y su menor coste.
- Posibilidad e apuntarse a los grupos de compra, donde podían disfrutar de descuentos a la hora de comprar los productos deseados, desde bombillas Leds, neveras, etc.



Ilustración 39 Desarrollo de la comparación de iluminación según el tipo de bombilla. Fuente: Elaboración propia.

5.3 RESULTADOS DEL PROYECTO FIESTA

- Realización de dos charlas en los colegios Luis Buñuel y Miguel de Molinos a alumnos de 2º y 3º de la ESO
- Más de 500 personas atendidas durante la realización de la feria en la plaza Aragón.
- 151 personas se apuntaron a formar parte del proyecto Fiesta de las cuales:
 - 80 personas estaban interesadas en la renovación de todos los elementos, iluminación climatización y electrodomésticos.
 - 43 personas estaban interesadas en la renovación de la iluminación
 - 16 personas estaban interesadas en la renovación de electrodomésticos
 - 5 personas estaban interesadas en la renovación de aparatos de climatización
 - 7 personas estaban interesadas en la renovación de otros elementos.

6 CONCLUSIONES DE LA AUDITORÍA ENERGÉTICA.

6.1 CONCLUSIONES

Se han cumplido los objetivos marcados en este proyecto, puesto que se han presentado tres acciones que disminuyen el consumo energético de la nave, la emisión de CO_2 y aumentan su eficiencia.

Dado que los recursos de la empresa no son infinitos, una vez presentadas las tres posibilidades toca decidir qué propuesta llevar a cabo y cuáles no. Para tomar esta decisión habrá que considerar tres perspectivas diferentes

- Considerando el fondo de maniobra actual de la empresa sería recomendable la elección de las placas solares para ACS, a pesar de ser la opción con mayor tasa de retorno, y la que menos afecte a la reducción de consumo es la opción que menos inversión requiere.

Instalación de placas solares para ACS	
Ventajas	Inconvenientes
Inversión más baja de las tres	Baja tasa de retorno
Periodo de instalación de dos días	No soluciona el incumplimiento de la normativa referente a iluminación
Obra que no afectaría al trabajo de los operarios	Origina el menor ahorro anual de las tres opciones

Tabla 29 Ventajas e inconvenientes de la instalación de placas solares para ACS. Fuente: Elaboración propia.

- Desde el punto de vista de la legislación vigente

Se recomienda la sustitución de las luminarias por luminarias tipo led, a pesar de suponer una inversión importante, con el estado actual de las luminarias no es suficiente para cumplir con la normativa sobre la iluminación en los puestos de trabajo.

En el caso de no realizar esta opción y de que hubiera una inspección, el dueño de la empresa podría enfrentarse a una sanción económica.

Otro factor que apoya la ejecución de esta opción es el bajo tiempo de retorno que tiene, la disminución de la potencia instalada en la nave, por lo que podría revisarse su contrato actual y buscar una alternativa más económica, y la elevada disminución de la reducción de emisión de CO_2 .

Cambio a luminarias led	
Ventajas	Inconvenientes
Cumplimiento de la normativa	Inversión elevada
Reducción de la potencia instalada	
Alta tasa de retorno	Zonas de la nave que no aprovechan esta inversión
Alta disminución de las emisiones de CO_2	

Tabla 30 Ventajas e inconvenientes del cambio de luminarias. Fuente: Elaboración propia.

- Por resultados obtenidos

La instalación de placas solares híbridas engloba las dos soluciones anteriores, aporta una solución a los problemas actuales de calefacción de la empresa, disminuye el consumo energético y las emisiones de CO_2 .

Instalación de placas solares híbridas	
Ventajas	Inconvenientes
Reducción de la potencia instalada	Inversión elevada
Alta tasa de retorno	
Alta disminución de las emisiones de CO_2	No soluciona el incumplimiento de la normativa referente a iluminación

Tabla 31 Ventajas e inconvenientes de la instalación de placas solares híbridas. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en las simulaciones realizadas se encuentran en la siguiente tabla:

resultados de la auditoría y sus propuestas para mejorar la eficiencia de la instalación				
Propuesta	Inversión (€)	Ahorro anual (€)	Tiempo de amortización (años)	Reducción de emisiones de CO_2 kg CO_2 /año
Iluminación	33191,25	16763,48	1,98	6707,05
Placas solares	4460,76	156,47	28,51	702
Placas híbridas.	33519	6475	5,18	16290

Tabla 32 Resumen de los resultados obtenidos. Fuente: Elaboración propia.

Con los datos resumidos de la tabla, resultaría aconsejable acometer las partidas de iluminación y de paneles solares propuestos en este proyecto, ya que su elevada inversión queda rápidamente amortizada, mejoran la eficiencia de la nave, reducen los costes de explotación y reducen las emisiones de CO_2 emitidas.

6.1.1 CONCLUSIONES ILUMINACIÓN.

Tras realizar la simulación del cambio de luminarias tradicionales a luminarias led, se produce un descenso de la potencia de 19534KW a 7.1 KW, lo que significa una reducción de la potencia instalada del 64%.

En la solución aportada en este proyecto se tuvieron que modificar la ubicación de algunas de las luminarias, por lo que habrá que añadir a la inversión inicial un pequeño cargo para la realización de las acciones pertinentes.

El ahorro anual en caso de realizar este cambio en las luminarias es bastante importante, esto unido a su bajo periodo de amortización y a su elevada reducción de las emisiones de CO_2 emitidas aconsejan a la ejecución de esta opción.

Con las acciones propuestas en este apartado, se consigue reducir el peso de la iluminación del 12% al 5% respecto al total del consumo de potencia de la nave.

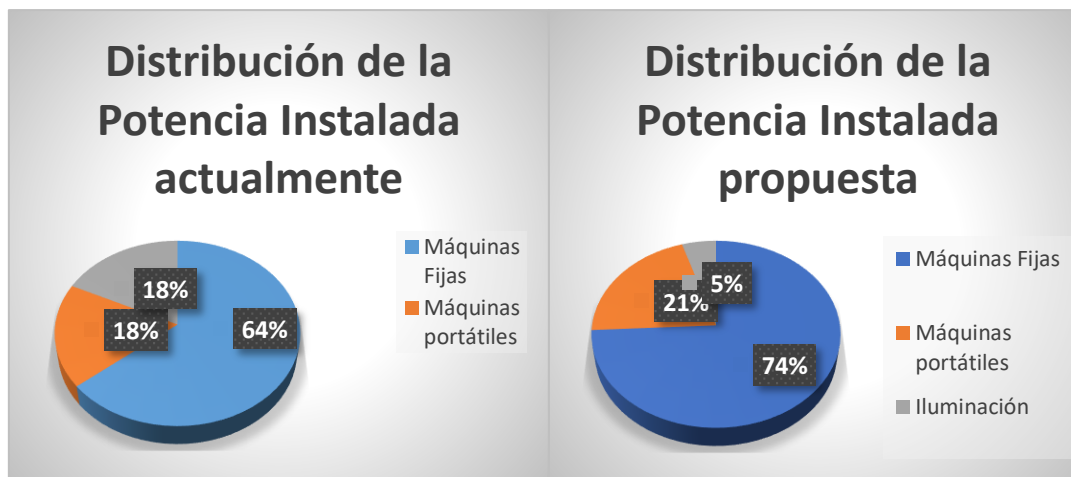


Ilustración 40 Comparación de consumos de potencia de la instalación con y sin leds. Fuente: Elaboración propia

6.1.2 CONCLUSIONES INSTALACIÓN DE PLACAS SOLARES PARA ACS

La instalación de placas solares propuesta para ACS cumple con las especificaciones marcadas por la normativa, y su periodo de amortización, aunque sea ligeramente superior a la media en este tipo de instalaciones, es razonable.

En su contra juega el escaso ahorro producido, 156.47€ al año y una disminución de emisiones de CO_2 de 483 KG de CO_2 eq a lo que se le une los resultados tan buenos que presentan el cambio de luminarias y la instalación de placas híbridas.

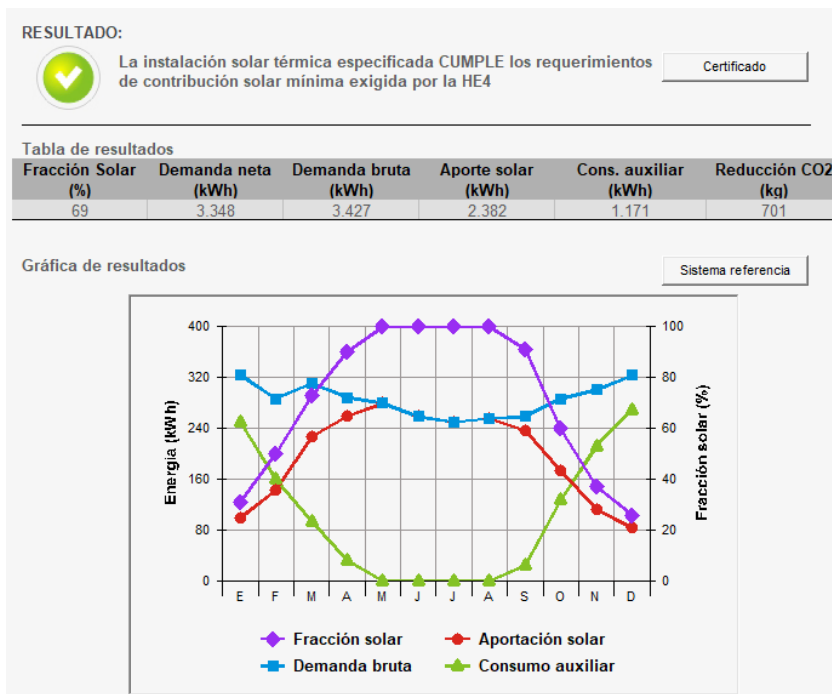


Ilustración 41 Resultados de la instalación de placas solares diseñada. Fuente: CHEQ 4

6.1.3 CONCLUSIONES PLACAS HÍBRIDAS PARA CALEFACCIÓN/ACS Y ELECTRICIDAD

En términos generales esta partida engloba los mejores resultados obtenidos durante la elaboración de este proyecto, dado que su ejecución aborda todos los consumos producidos durante la realización de la actividad empresarial de la nave, reduce el consumo producido por la iluminación y las máquinas en un 50% además de ahorrar al año 33.134 KW en la calefacción y ACS de la nave.

Esta instalación proporciona un ahorro de 6475 € al año, con una tasa de retorno de 5.18 años, las emisiones de CO2 se ven drásticamente reducidas, llegando a evitar la emisión de 16290 KgCO2 al año

Ahorros generados por los paneles híbridos			
Ahorro térmico	2939 €/año	33134 KWh/año	8885 KgCO2/año
Ahorro eléctrico	3536 €/año	21160 KWh/año	7405 KgCO2/año
Ahorro total	6475 €/año	54194 KWh/año	16290 KgCO2/año

Tabla 33 Ahorro generado por las placas solares híbridas. Fuente: Endef

El único inconveniente de esta partida se encuentra en el escaso uso actual que se le da al aspecto de la calefacción y uso de ACS, llegando a encender la calefacción en días muy puntuales del invierno.

Si después de la documentación aportada en este proyecto, se considera que merece la pena esta inversión y se puede reanudar el uso normal de este servicio, sin duda resultaría fundamental la ejecución de esta partida

7 BIBLIOGRAFÍA

Aemet.es. (2018). [online] Available at: https://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar/atlas_de_radiacion_24042012.pdf [Accessed 5 Sep. 2018].

Carretero Peña, A. and García Sánchez, J. (n.d.). *Gestión de la eficiencia energética*.

Cheq4.idae.es. (2018). *CHEQ4*. [online] Available at: <http://cheq4.idae.es/> [Accessed 9 Aug. 2017].

Codigotecnico.org. (2018). [online] Available at: <https://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/ahorroEnergia/DBHE.pdf> [Accessed 10 Sep. 2018].

Ecomesh.es. (2018). *Ecomesh*. [online] Available at: <http://ecomesh.es/ecomesh/> [Accessed 18 Oct. 2018].

Fiesta-audit.eu. (2018). *El proyecto*. [online] Available at: <http://www.fiesta-audit.eu/es/el-proyecto/> [Accessed 15 Nov. 2017].

GmbH, D. (2018). *DIALux Download - DIAL*. [online] Dial.de. Available at: <https://www.dial.de/es/dialux-desktop/download/> [Accessed 1 Sep. 2017].

Idae.es. (2018). *El Gobierno elimina el "Impuesto al Sol" | IDAE*. [online] Available at: <http://www.idae.es/noticias/el-gobierno-elimina-el-impuesto-al-sol> [Accessed 19 Nov. 2018].

Idae.es. (2018). *Guías Técnicas de Ahorro y Eficiencia Energética en Climatización*. [online] Available at: <http://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/edificacion/reglamento-de-instalaciones-termicas-de-los-0> [Accessed 10 Sep. 2018].

Lighting.philips.es. (2018). *Philips Lighting - Soluciones de iluminación convencional y LED*. [online] Available at: <http://www.lighting.philips.es/inicio> [Accessed 19 Nov. 2018].

Photovoltaic-software.com. (2018). *PVGIS (PV-GIS)*. [online] Available at: <https://photovoltaic-software.com/pv-softwares-calculators/online-free-photovoltaic-software/pvgis> [Accessed 5 May 2018]